Dsfa 860

ROHDE & SCHWARZ

BESCHREIBUNG

ABSTIMMBARER VHF-VERSTÄRKER

Type ASV

MP MASTER
MA23786

BESCHREIBUNG

ABSTIMMBARER VHF-VERSTÄRKER

Type ASV BN 1372

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe 1372 A/163

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/manualsplus_11530

Inhaltsübersicht

1. Eigenschaften 6

1.1. Verstärker 6
1.2. Sender 6
1.3. Amplitudenmodulation für Betriebsart Verstärker und Sender 7
1.4. 1000-Hz-Ausgang 7
1.5. Sonstige Eigenschaften 7
1.6. Empfohlene Meßhilfsmittel 8

2. Anwendung 9

2.1. Allgemeines 9
2.2. Leistungsverstärker 10
2.3. Verstärker für kleine Spannungen 11
2.4. Trennverstärker 12
2.5. Anzeigeverstärker 13
2.6. Begrenzer 15
2.7. Modulator 15
2.8. Hilfsmittel bei Frequenzmessungen 18
2.8.1. Der ASV als Grobfrequenzmesser 18
2.8.2. Der ASV als Hilfsgerät in Verbindung mit einem Präzisionsfrequenzmesser 18
2.8.3. Behelfsanalysator 19
2.9. Empfänger (AM-Demodulator) 20
2.10. Spannungsquelle (Generator) 20
2.10.1. VHF-Spannungsquelle 20
2.10.2. Tonfrequenz-Spannungsquelle 21
2.11. Frequenzumsetzer 21
2.12. Frequenzvervielfacher 22

3. Inbetriebnahme und Bedienung 23

3.1. Inbetriebnahme 23
3.1.1. Einstellen auf die vorhandene Netzspannung 23
3.1.2. Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes 23
3.1.3. Einschalten 23
3.2. Bedienung bei Verwendung als Verstärker 24
3.2.1. Anschlüsse 24
3.2.1.1. Eingang 24

3.2.1.2. Ausgang 24
3.2.1.3. Umrüsten des Ein- und Ausgangs für andere Stecker 24
3.2.2. Abstimmen 24
3.2.3. Messung der Ausgangsspannung 25
3.2.3.1. Einstellen kleiner Spannungen 25
3.2.4. Verstärkung 28
3.2.4.1. Eichung des Verstärkungsfaktors V abhängig von der Frequenz 28
3.2.4.2. Eichung des Verstärkungsfaktors V abhängig von der Eingangsspannung 30
3.2.5. Begrenzung 31
3.2.6. Zwei Verstärker hintereinandergeschaltet 32
3.3. Bedienung bei Verwendung als Modulator 33
3.3.1. Modulationsfrequenz und Modulationsgrad 33
3.4. Bedienung bei Verwendung als Demodulator 34
3.5. Bedienung bei Verwendung als Frequenzmesser 34
3.6. Bedienung bei Verwendung als Analysator 35
3.7. Bedienung bei Verwendung als Spannungsquelle 37
3.7.1. VHF-Spannungsquelle 37
3.7.2. Tonfrequenz-Spannungsquelle 37
3.8. Frequenzumsetzung mit Hilfe des Misch- und Verzerrerkopfes BN 13721 38

4. Wirkungsweise 39

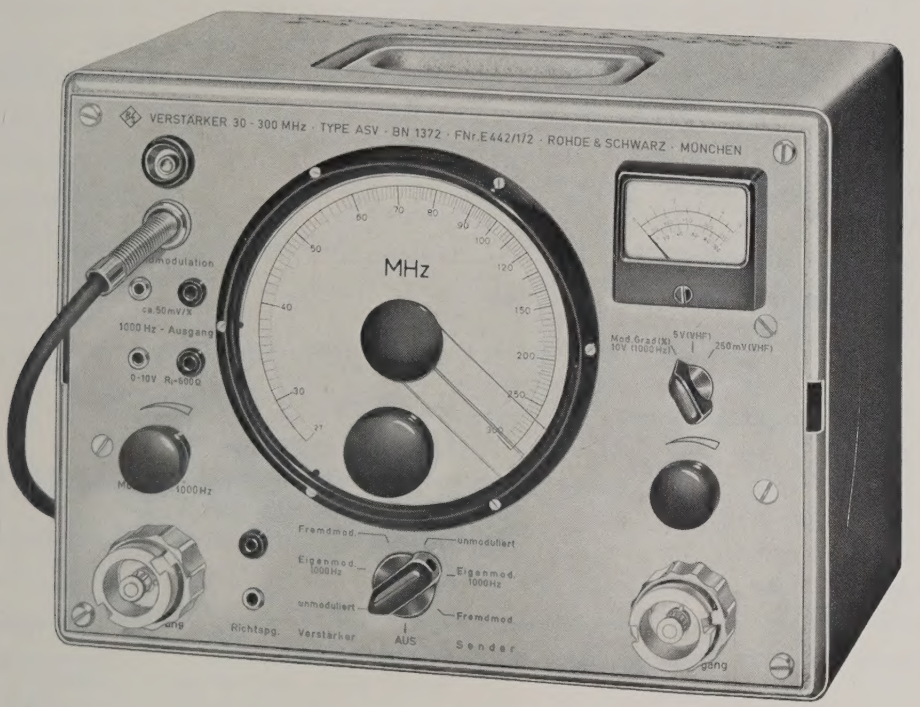
4.1. Als Verstärker 39
4.2. Als VHF-Spannungsquelle 40
4.3. Als Modulator 40
4.4. Stromversorgungsteil 41

5. Röhrenwechsel 42

6. Schaltteilliste 45

Frontplatte 51

Stromlauf 53



ABSTIMMBARER VHF-VERSTÄRKER Type ASV

1. Eigenschaften

1.1. Verstärker

Frequenzbereich	30 . . . 300 MHz (ein Bereich)
Fehlergrenzen	±2%
Eingang	geeignet für Quellwiderstände von 50 Ω bis 60 Ω; 13-mm-Umrüstbuchse FMU 90100 mit eingeschraubtem Umrüstsatz FMU 10990 für Kurzhubstecker Dezifix B; siehe Seite 8 unter 1.6. g).
Maximale Verstärkung bei aufgedrehtem Ausgangsteiler	etwa 40 db
Linearer Verstärkungsbereich	bis etwa 10 mV Eingangsspannung
Eingangsspannungsbedarf für volle Aussteuerung	> 50 mV
Bandbreite	etwa 1%
Rauschmaß	etwa 16 db
Ausgang	13-mm-Umrüstbuchse FMU 90100 mit eingeschraubtem Umrüstsatz FMU 10990 für Kurzhubstecker Dezifix B; siehe Seite 8 unter 1.6. g).
Ausgangsspannung bei voller Aussteuerung	regelbar 30 mV . . . 3 V an 60 Ω
Messung der Ausgangsspannung	durch Instrument; Anzeige gilt bei Abschluß mit 50 oder 60 Ω
Anzeigebereiche	0 . . . 250 mV; 0 . . . 5 V
Fehlergrenzen	±10% vom Meßwert bei Abschluß mit 50 oder 60 Ω
Störmodulationsindex bei AM	< 0,1 für 30 . . . 200 MHz < 0,3 für 200 . . . 300 MHz bei m = 30% und voller Aussteuerung

1.2. Sender

Frequenzbereich und Ausgang	wie bei Verstärker
Brummstör-Amplitudenmodulation	0,01%
FM-Störhub bei m = 30% und 1000 Hz Modulationsfrequenz	< 2 kHz für 30 . . . 200 MHz < 5 kHz für 200 . . . 300 MHz
Ausgangsspannung einstellbar	von 30 mV bis etwa 3 V an 60 Ω

1.3. Amplitudenmodulation für Betriebsart Verstärker und Sender

Eigenmodulation	
Frequenz	etwa 1000 Hz
Modulationsgrad	0 . . . 90% einstellbar
Modulationsgrad-Anzeige	durch Instrument
Fehlergrenzen	$\approx \pm 15\%$ vom Meßwert
Modulationsspannung	entnehmbar; siehe unter 1.4.
Fremdmodulation	
Eingang	Telefonbuchsen
Eingangswiderstand	10 kΩ
Frequenzbereich	30 Hz . . . 30 kHz
Modulationsspannungsbedarf	etwa 50 mV/%
Modulationsklirrfaktor	$\approx 3\%$ bei m = 90% und 50 Hz . . . 30 kHz
Phasenstörhub = Frequenzhub/Modulationsfrequenz	$< 0{,}1$ für 30 . . . 200 MHz $< 0{,}3$ für 200 . . . 300 MHz bei m = 30% und voller Aussteuerung

1.4. 1000-Hz-Ausgang

Telefonbuchsen

Innenwiderstand	600 Ω
EMK	0 . . . 10 V einstellbar
Anzeige der EMK	durch Instrument
Fehlergrenzen	etwa ±10%
Klirrfaktor in Betriebsart „Sender"	etwa < 1%

1.5. Sonstige Eigenschaften

Netzanschluß	115/125/220/235 V ±10% 47 . . . 63 Hz (60 VA)
Bestückung	2 Röhren E 88 CC 1 Röhre EF 80 1 Röhre PL 81 3 Röhren E 180 F 1 Stabilisator 85 A 2 1 Glimmlampe RL 210 1 Schmelzeinsatz 0,6 C DIN 41571 (für 220 und 235 V Netzspannung)
Abmessungen	286 x 227 x 226 mm R&S-Normkasten Größe 35
Gewicht	12 kg

1.6. **Empfohlene Meßhilfsmittel** (gesondert zu bestellen)

a) Koaxiale Kabel mit Kurzhubsteckern Dezifix B zur Verbindung des ASV mit den anderen Geräten . . . . .
BN 90536/50, 50 cm, 60 Ω
BN 90536/100, 100 cm, 60 Ω
BN 90555/50, 50 cm, 50 Ω
BN 90555/100, 100 cm, 50 Ω

b) UHF-Meßwiderstand zum genauen Abschließen des ASV-Ausgangs mit 60 Ω . . . . . Type RMD, BN 33526/60

c) 10-db-Dämpfungsglied z. B. zum Einschalten zwischen ASV-Eingang und Meßobjekt (Filter), wenn dessen Ausgangswiderstand nicht genau 60 Ω beträgt . . . . . Type DPF, BN 18082/60

d) Anpassungsglieder zur Übersetzung des Wellenwiderstandes
von 60 Ω auf 75 Ω oder umgekehrt . Type DAF, BN 18083
von 60 Ω auf 50 Ω oder umgekehrt . Type DAF, BN 18085

e) Misch- und Verzerrerkopf zur Frequenzvervielfachung oder Frequenzumsetzung; siehe Beispiel, Seite 38, Abschnitt 3.8. . . . . BN 13721

f) Misch- und Verzerrerkopf zur Frequenzvervielfachung bis etwa 12 000 MHz; siehe Beispiel, Seite 21, Abschnitt 2.12 Type XME, BN 444522

g) Umrüstsätze zur Umrüstung der Ein- und Ausgangsbuchse FMU 90100 für andere Stecker:

für Stecker	4/13 DIN 47283 (Siemens)	FID 90990
für Stecker Serie	UHF (Amphenol)	FHD 10990
für Stecker Serie	N (Amphenol)	FHD 20990
für Stecker Serie	C (Amphenol)	FHD 30990
für Stecker Serie	BNC (Amphenol)	FHD 40990

2. Anwendung

2.1. Allgemeines

Der ASV ist ein selektiver, im VHF-Frequenzbereich (30 . . . 300 MHz) abstimmbarer Verstärker, der in diesem Bereich auch als Empfänger arbeitet und außerdem durch Einschalten einer Selbsterregung der ersten Verstärkerstufe als Meßsender eingesetzt werden kann.

Meßsender, Empfänger und Verstärker sind diejenigen Geräte, die als Grundausrüstung bei den weitaus meisten Messungen im VHF-Gebiet erforderlich sind. Da der ASV alle diese Geräte sozusagen beinhaltet und, wie die nachfolgenden Anwendungsbeispiele zeigen, außergewöhnlich vielseitig einsetzbar ist, wird er sich unter anderem sehr bald dort als unentbehrlich erweisen, wo VHF-Messungen mittlerer Genauigkeit nur gelegentlich durchgeführt werden müssen und daher die Anschaffung großer und teuerer, aber für den beabsichtigten Zweck übermäßig genauer Meßgeräte nicht vertretbar ist.

Darüber hinaus wurde jedoch bei der Entwicklung des ASV stets besonders an die vielen Benützer unserer VHF-Präzisionsgeräte gedacht. Für sie stellt dieses kleine, handliche und preiswerte Gerät ein Mittel dar, mit dem der Anwendungsbereich der meisten VHF-Meßgeräte bei speziellen Meßaufgaben wesentlich erweitert werden kann. Auch hierüber enthält dieser Abschnitt einige typische Beispiele.

Bei der praktischen Laborarbeit ergeben sich, insbesondere bei schwierigen Messungen, täglich Möglichkeiten, durch Einsetzen des ASV die gestellten Meßaufgaben genauer, einfacher, eleganter oder umfassender zu lösen. Je nach dem vorhandenen Gerätepark wird der ASV manchmal die Lösung überhaupt erst ermöglichen.

Wegen seiner kleinen Abmessungen kann der ASV nahezu ohne zusätzlichen Platzbedarf am Meßplatz untergebracht werden. Man stellt ihn einfach auf eines der sowieso vorhandenen Kleingeräte wie WAM, URV, URI usw. Dies ist deshalb besonders wichtig, weil sich häufig erst bei einer bereits begonnenen Messung herausstellt, daß der ASV auch hier vorteilhaft zusätzlich eingesetzt werden kann. Es ist dann nicht notwendig, den ganzen Meßaufbau noch einmal umzustellen, um Platz für das zusätzliche Meßgerät zu bekommen, wie dies bei einem größeren Gerät erforderlich wäre.

Nachfolgend sind einige Beispiele für den Einsatz des ASV aufgeführt. Sie können wegen der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es wurden aber für jede Verwendungsart typische Beispiele gewählt, so daß sich aus diesen für ähnliche Meßaufgaben der zweckmäßigste Einsatz des ASV herleiten läßt.

2.2. Leistungsverstärker

Schaltet man den ASV hinter einen vorhandenen Empfänger-Meßsender (z. B. Type SMAF), der maximal etwa 50 mV an 60 Ω (≈ 0,04 mW) abgibt, so wird dieser gewissermaßen zu einem Leistungs-Meßsender erweitert. Am Ausgang des ASV ist, wenn er auf die Meßsenderfrequenz abgestimmt ist, eine Spannung von maximal 3 V an 60 Ω (0,15 W) verfügbar.

Bild 1. Hier wirkt der ASV als Leistungsverstärker und erweitert einen Empfänger-Meßsender (z. B. Type SMAF) zu einem Leistungs-Meßsender

Liefert der Empfänger-Meßsender eine frequenzmodulierte Spannung, so wird auch diese unverzerrt verstärkt, solange der Frequenzhub hinreichend innerhalb der Bandbreite von 1% bleibt. Unter dieser Voraussetzung kann auch die Ausgangsspannung von Wobbelsendern verstärkt werden. Überhaupt wird sich der Einsatz des ASV bei frequenzmodulierten Sendern oft empfehlen, da diese häufig nur aus einer Oszillatorstufe bestehen und daher im allgemeinen nur kleine Spannungen abgeben.

Da die von FM-Sendern abgegebenen frequenzmodulierten Spannungen häufig auch mit einer erheblichen Stör-Amplitudenmodulation behaftet sind, wirken sich die unter Abschn. 2.6. und 3.2.5. näher behandelten Eigenschaften des ASV als Begrenzer in dieser Anwendung günstig aus. Es wird dadurch die Stör-AM weitgehend unterdrückt. Andererseits hat man, da sich der ASV gleichzeitig als AM-Modulator einsetzen läßt (Abschn. 2.7. und 3.3.), die Möglichkeit, eine frequenzmodulierte, verstärkte und Stör-AM-arme Spannung mit einer definierten AM zu versehen, die nur eine sehr geringe Stör-FM aufweist. Damit lassen sich z. B. Untersuchungen über die Wirksamkeit von Begrenzerstufen in Empfängern durchführen. Diese Vorteile werden besonders dann angenehm spürbar, wenn für derartige Untersuchungen nur einstufige FM-Sender zur Verfügung stehen. Bei diesen hätte eine zusätzliche eigene Amplitudenmodulation eine sehr große Stör-FM zur Folge.

Die zur Unterdrückung der Stör-AM beim Verstärken frequenzmodulierter Spannungen so vorteilhafte Begrenzerwirkung des ASV bringt andererseits beim Verstärken amplitudenmodulierter Spannungen zwangsläufig eine gewisse Einschränkung des ausnutzbaren Ausgangsspannungsbereiches mit sich, wenn die AM am Verstärkerausgang unverzerrt wiedergegeben werden soll (siehe auch Abschn. 2.6. und 3.2.5.). Eine

Verzerrung der Modulationskurvenform tritt nicht auf, wenn die Eingangsspannung nur so groß ist, daß die höchste Modulationsspitze eine Spannung am Ausgang von $\approx 0{,}5$ V bei aufgedrehtem Ausgangsspannungsteiler nicht überschreitet. Einige wichtige Anwendungsmöglichkeiten und Eigenschaften zusammengefaßt:

a) Erweiterung des Anwendungsbereiches eines vorhandenen Empfänger-Meßsenders auf solche Aufgaben, für die ein Leistungs-Meßsender erforderlich ist.

b) Frequenzmodulierte Spannungen werden unverzerrt verstärkt, wenn der Frequenzhub hinreichend innerhalb der Bandbreite des ASV liegt.

c) Stör-AM kann durch Begrenzerwirkung weitgehend beseitigt werden.

d) Unmodulierte VHF-Spannung kann durch den ASV mit AM, frequenzmodulierte Spannung kann zusätzlich mit AM moduliert werden (siehe auch Abschn. 2.7. und 3.3.).

e) Bei amplitudenmodulierter VHF-Spannung kann nicht die volle Ausgangsspannung (3 V) ausgenützt werden, wenn die Modulationsfrequenz nicht verzerrt werden darf. Der Eingangspegel muß dann so klein gehalten werden, daß noch keine Begrenzung eintritt. Dies ist so lange der Fall, als bei ganz aufgedrehtem Ausgangsspannungsteiler die Ausgangsspannung kleiner als 0,5 V ist.

2.3. Verstärker für kleine Spannungen

Unter „kleinen" Spannungen sind in diesem Zusammenhang solche zu verstehen, die von einem vorhandenen VHF-Meßgerät (z. B. einem Spannungsmesser) nicht mehr erfaßt werden, weil dieses nicht genügend empfindlich ist oder weil die kleinen Spannungen in dessen Rauschpegel verschwinden. Die Zwischenschaltung eines ASV schafft hier Abhilfe.

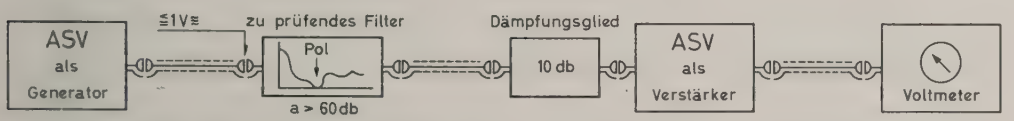


Bild 2. Hier dient der ASV zum Verstärken einer kleinen Spannung und ermöglicht so die Untersuchung eines Filters in dessen Sperrbereich, wenn die Eingangsspannung des Filters nur klein sein darf

Als Beispiel sei die Untersuchung des Dämpfungsbereiches eines Filters erwähnt, das an seinem Eingang aus Gründen der Belastbarkeit nicht mit einer beliebig hohen Spannung gespeist werden darf (Bild 2). Hierbei kann entweder die Aufgabe gestellt sein, den ganzen Sperrbereich, soweit er im VHF-Gebiet liegt, zu untersuchen oder aber einen Dämpfungspol auf eine bestimmte Sollfrequenz abzugleichen.

Hat das in Bild 2 angedeutete Filter z. B. eine Sperrdämpfung von 60 db und darf an seinen Eingang keine höhere Spannung als max. 1 V gelegt werden, so kann sein Sperrbereich mit den in diesem Frequenzgebiet arbeitenden Spannungsmessern im allgemeinen nicht mehr oder zumindest nicht mehr sicher gemessen werden. Erfordert das Filter außerdem einen exakten wellenwiderstandsrichtigen Abschluß und entspricht der Eingangswiderstand des Voltmeters nicht oder nicht genügend genau dem Wellenwiderstand, so ist es notwendig, zwischen Filterausgang und Voltmetereingang ein Dämpfungsglied (Abschn. 3.2.1.) mit mindestens 10 db zu schalten. Damit wird die dem Voltmeter zugeführte Spannung nochmals auf etwa den dritten Teil herabgesetzt. Mit dem ASV kann nun die Spannung so weit angehoben werden, daß mit dem Voltmeter eine sichere Messung möglich ist.

Wird ein Dämpfungspol auf eine bestimmte Sollfrequenz abgeglichen, so ist die Kombination ASV – Voltmeter in der Hauptsache ein Indikator, mit dem man das Spannungsminimum feststellt. Soll dagegen der Pegel des Poles oder der Pegelverlauf im gesamten Sperrgebiet genauer ausgemessen werden, so ist eine genauere Kenntnis der Verstärkung des ASV notwendig. Da jedoch seine Verstärkung über den gesamten Frequenzbereich etwas schwankt, muß eine Eichkurve nach Abschn. 3.2.4.1. aufgenommen werden.

Bei voll aufgedrehtem Ausgangsspannungsteiler beträgt die Verstärkung etwa 40 db. Wenn bei einem sehr stark dämpfenden Filter oder bei sehr kleiner zulässiger Filtereingangsspannung ein ASV noch nicht ausreicht, so schaltet man zwei ASV hintereinander. Damit ergibt sich eine maximale Verstärkung von 80 db, die auf alle Fälle ausreicht. Die Empfindlichkeit der Anordnung ist dann durch die Rauschstörungen begrenzt. Das Eigenrauschmaß des ASV beträgt nur etwa 16 db. Erwähnt sei noch, daß zur Speisung des Meßobjektes, in diesem Falle also des Filters, selbstverständlich auch ein ASV in seiner Eigenschaft als Generator Verwendung finden kann.

2.4. Trennverstärker

Rückwirkungen eines Meßgerätes auf das zu untersuchende Meßobjekt bzw. die zu untersuchende Spannungsquelle können das Meßergebnis unter Umständen bis zur Unbrauchbarkeit verfälschen. Ein typisches Beispiel ist die Messung an einem verstimmungsempfindlichen Schwingkreis mit einem Voltmeter, dessen Eingangskapazität nicht genügend klein ist. Man ist in einem solchen Falle gezwungen, das Voltmeter so lose anzukoppeln, daß nur mehr eine vernachlässigbar geringe Rückwirkung verbleibt. Das hat andererseits aber zur Folge, daß die dem Voltmeter angebotene Spannung zur Messung oft nicht mehr ausreicht. In diesem Fall hilft der ASV wegen

seiner relativ hohen (10 000fachen) Leistungsverstärkung. Sein Eingang kann (siehe Bild 3) über eine so kleine Koppelkapazität an das Bandfilter angekoppelt werden, daß nahezu keine Rückwirkung mehr auftritt. Wenn der Verstärker voll aufgedreht ist, arbeitet er mit einer Verstärkung von etwa 40 db. Die Ankopplung kann dann so

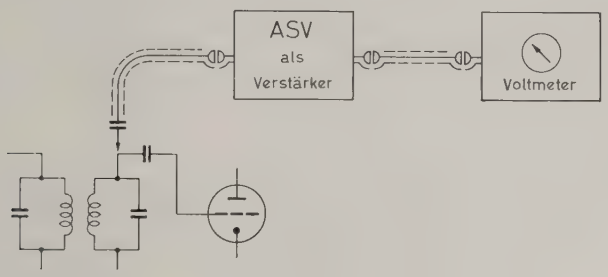


Bild 3. Hier ist der ASV zwischen dem Voltmeter und dem zu messenden Bandfilterkreis als Trennverstärker eingesetzt

lose gemacht werden, daß die Rückwirkung auf das Meßobjekt auf das 10^{-4}fache derjenigen zurückgeht, die bei direkter Ankopplung eines Meßgerätes mit dem gleichen Eingangswiderstand auftreten würde.

Eine andere oft vorkommende Rückwirkungsursache ist nicht die zu starke Belastung der Meßstelle, sondern die Schwankungen der Belastung. Bei manchen Generatoren, hauptsächlich bei einstufigen, hat auch eine Änderung der Ausgangsspannung eine Rückwirkung auf die Frequenz. Durch Einschalten eines ASV zwischen Spannungsquelle und Verbraucher wird eine Rückwirkung in beiden Fällen, auch bei fester Ankopplung des ASV an die Spannungsquelle, dadurch vermieden, daß im ersten Fall die schwankende Last nun am Verstärkerausgang liegt, während der Generatorausgang stets mit dem konstanten Eingangswiderstand des ASV belastet ist. Im zweiten Fall braucht der Ausgangsspannungsteiler des Generators während der Messung nicht betätigt zu werden, weil die Einstellung der Spannung am ASV vorgenommen werden kann. Dadurch bleibt auch bei einer Änderung der Spannung am Verbraucher die Frequenz des Generators unbeeinflußt.

2.5. Anzeigeverstärker

An dem im ASV eingebauten Instrument, das die Spannung am Ausgang des Verstärkers mißt, kann eine Spannung von 50 mV noch sicher abgelesen und eine kleinere noch gut beobachtet werden. Bei voll ausgenützter Verstärkung von etwa 40 db entspricht das einer Eingangsspannung von kleiner als 0,5 mV. So kann der ASV als abstimmbarer Anzeigeverstärker eingesetzt werden. Die Abstimmbarkeit ist hierbei be-

sonders vorteilhaft, da auf diese Weise störende Oberwellen oder eingestreute Störspannungen, deren Frequenz nicht gleich der Meßfrequenz ist, weitgehend ausgesiebt werden.

Wie für jeden anderen speziellen Anzeigeverstärker bieten sich auch für den ASV grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Anwendung. Bei der ersten dient der ASV als Verstärker für die Restspannung in Brücken- oder Kompensationsschaltungen, die beim Abgleich zu Null gemacht werden muß. Da die Verstärkung des ASV wegen seiner Begrenzerwirkung mit wachsender Aussteuerung abnimmt, herrscht automatisch bei nichtabgeglichenem Meßgerät die erwünschte geringe, bei vollabgeglichenem dagegen die erwünschte hohe Empfindlichkeit des Anzeigeinstrumentes. Dadurch werden mit nur einmaliger Umschaltung des Spannungs-Anzeigebereiches viele Dekaden der Eingangsspannung überstrichen. Der Ausgangsspannungsteiler ist dabei immer voll aufgedreht, es sei denn, daß der Zeiger des Instrumentes im 5-V-Bereich über den Vollausschlag hinausgeht.

Bei der zweiten Anwendungsmöglichkeit arbeitet der ASV nicht als Null-Indikator, sondern als Anzeigegerät für eine definierte Spannung, die bei zwei aufeinanderfolgenden Messungen gleich groß sein muß, aber ihrem Betrag nach nicht bekannt zu sein braucht. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Anwendung des ASV zusammen mit unserem Reflektometer Type ZUP nach Bild 4. In dieser Anordnung wird zunächst am ASV eine Spannung angezeigt, die der vom Meßobjekt reflektierten Welle proportional ist. Die Verstärkung stellt man so ein, daß der Zeiger des ASV-Instrumentes auf einen definierten Wert nahe des Vollausschlages zeigt. Schaltet man nun das Reflektometer um, so zeigt das ASV-Instrument eine der vorlaufenden Welle proportionale Spannung an, die bei kleinen Reflexionen viel höher ist. Durch Einschalten einer

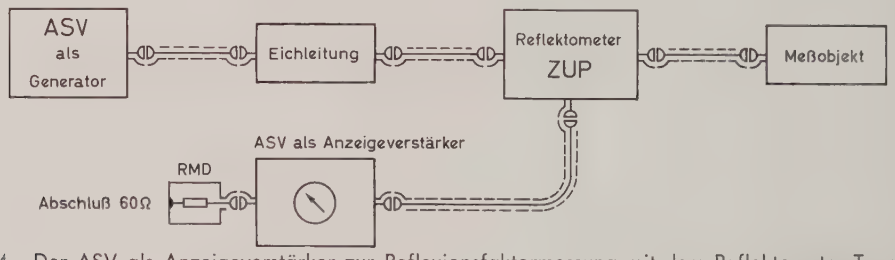


Bild 4. Der ASV als Anzeigeverstärker zur Reflexionsfaktormessung mit dem Reflektometer Type ZUP

höheren Dämpfung an der Eichleitung läßt sich nun am ASV-Instrument derselbe Wert wie beim ersten Teil der Messung einstellen, wobei der Ausgangsteiler des ASV nicht verändert werden darf. Ist dies geschehen, so kann aus dem Unterschied der beiden an der Eichleitung abgelesenen Werte der Reflexionsfaktor auf einfache Weise errechnet werden.

Bei dieser Art der Messung darf der ASV nicht übersteuert werden, d. h., es ist mit Eingangsspannungen unter 10 mV zu arbeiten, was bei ganz aufgedrehtem Ausgangsspannungsteiler einer angezeigten Ausgangsspannung von etwa 1 V entspricht. Dies kommt der Forderung entgegen, daß auch beim Messen der reflektierten Welle (kleinere Spannung) aus Anpassungsgründen eine genügende Grunddämpfung (mindestens 10 db) in der Eichleitung eingeschaltet bleiben soll. Als Meßsender für diese Anordnung läßt sich ebenfalls ein ASV verwenden.

2.6. Begrenzer

Eingangsspannungen bis etwa 10 mV werden vom ASV linear verstärkt. Wird dieser Wert überschritten, so tritt infolge des C-Betriebes der Endröhre eine mit steigender Eingangsspannung zunehmende Begrenzerwirkung ein. Durch diesen Effekt kann der ASV auch als Begrenzungsverstärker verwendet werden. Ein Beispiel für die Verwendung des ASV in dieser Eigenschaft zeigt Bild 5. Die besonders von einstufigen Oszillatoren abgegebene

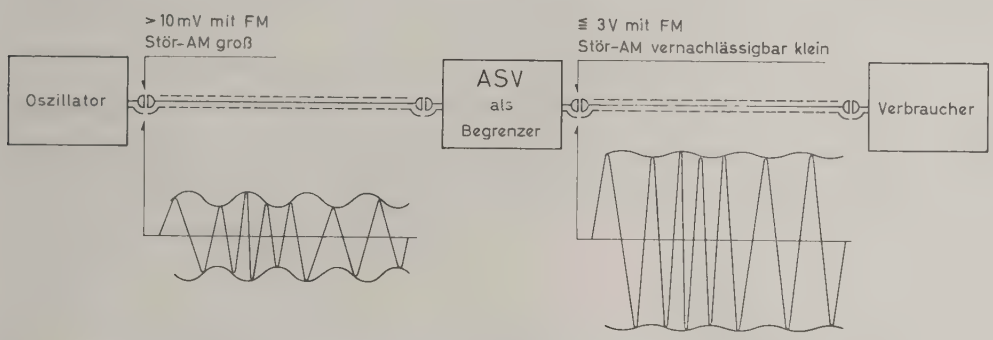


Bild 5. Der ASV als Begrenzer zur Verkleinerung oder Beseitigung einer Stör-AM

und frequenzmodulierte Spannung ist im allgemeinen auch immer mit einer Amplitudenmodulation behaftet, die, weil meist unerwünscht, als Stör-AM bezeichnet wird. Durch das Einschalten eines ASV zwischen Oszillator und Verbraucher wird, wie Bild 5 veranschaulicht, erstens die bei einstufigen Oszillatoren meist geringe abgegebene Spannung verstärkt und zweitens durch die Begrenzerwirkung des ASV die Stör-AM weitgehend beseitigt. Die Bedienung des ASV als Begrenzungsverstärker erläutert Abschnitt 3.2.5.

2.7. Modulator

Jede Spannung, die mit dem ASV verstärkt wird, kann gleichzeitig amplitudenmoduliert werden (siehe auch Abschn. 3.3.). Die volle Güte der Modulationseigenschaft des ASV wird bei Eingangsspannungen unter 50 mV erreicht. Als Modulator ist der ASV sehr vielseitig verwendbar, wie folgende Beispiele zeigen sollen.

a) Schaltet man zwischen einem Meßsender mit mangelhaften Modulationseigenschaften und dem Verbraucher einen ASV, so läßt sich vom Verbraucher aus gesehen die Modulation wesentlich verbessern. Man betreibt dann den Meßsender unmoduliert und versieht dessen Ausgangsspannung durch den ASV mit der gewünschten AM, wobei die guten Modulationseigenschaften des ASV zur Geltung kommen. Verfügt man nur über einen Meßsender, der nicht modulierbar ist, so ermöglicht der ASV unter Umständen erst die Durchführung einer gestellten Meßaufgabe.

b) Wird für eine Meßaufgabe eine amplitudenmodulierte Spannung hoher Frequenzgenauigkeit und (oder) -konstanz gefordert, so gewinnt man diese im VHF-Bereich meist durch Vervielfachung einer niedrigeren quarzstabilisierten Frequenz. Diese ist jedoch unmoduliert, so daß erst noch ein ASV als Modulator nachgeschaltet werden muß.

c) Zur Prüfung oder Untersuchung von Begrenzerstufen in VHF-Empfängern ist z. B. häufig eine frequenzmodulierte Spannung mit einer definierten Störamplitudenmodulation erwünscht. Üblicherweise sind aber Empfänger-Meßsender entweder amplituden- oder frequenzmodulierbar. Für eine Doppelmodulation sind meist nur die größeren Geräte eingerichtet. Der ASV schließt hier eine Lücke. Wenn der ASV als Begrenzer (Abschn. 2.6.) die Aufgabe löst, eine Stör-AM zu beseitigen, so löst er als Modulator in gleich guter Weise die gegenteilige, nämlich eine Stör-AM, und zwar eine mit definiertem Modulationsgrad, zu erzeugen.

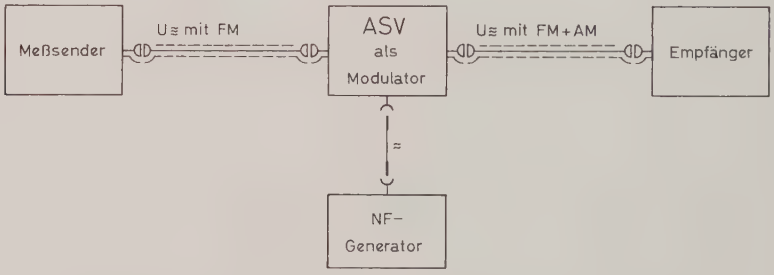


Bild 6. Der ASV als Modulator eingesetzt, um eine frequenzmodulierte Spannung zusätzlich mit Amplitudenmodulation zu versehen

d) Kann bei der Messung mit einer Meßleitung die eingespeiste VHF-Spannung z. B. mit Rücksicht auf die Belastbarkeit des Meßobjektes nicht so hoch gewählt werden, daß die aus der Sonde ausgekoppelte und gleichgerichtete Spannung ausreicht, um das Anzeigeinstrument genügend auszulenken, so läßt sich die Empfindlichkeit der Meßanordnung dadurch steigern, daß man die VHF-Speisespannung moduliert, die demodulierte Sondenspannung mit einem NF-Verstärker verstärkt und dann zur Anzeige bringt. In manchen Fällen ist es zweckmäßig, hierzu einen selektiven NF-Ver-

stärker, wie z. B. unseren Tonfrequenz-Analysator Type FTA, zu verwenden. Diesem Verfahren steht aber als Schwierigkeit entgegen, daß die hierzu benützten Meßsender meist einstufige Oszillatoren sind, die sich nicht sinusförmig amplitudenmodulieren lassen, ohne gleichzeitig eine erhebliche Stör-FM zu liefern. Eine mit einer Stör-FM behaftete Spannung ist aber für eine Messung mit der Meßleitung unbrauchbar. Einige Meßsender verfügen deshalb über eine Modulationsstufe, die die Ausgangsspannung rechteckförmig moduliert, und zwar mit einem Modulationsgrad von 100% bei vernachlässigbarer Stör-FM.

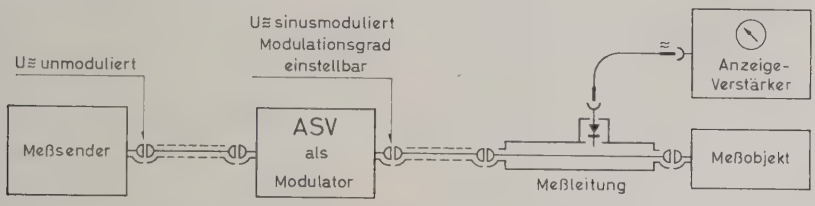


Bild 7. Der ASV als Modulator in Verbindung mit einer Meßleitung mit eingebautem Demodulator (Diode)

Mit dem ASV als Modulator läßt sich nun die unmodulierte VHF-Spannung eines verhältnismäßig einfachen Meßsenders sinusförmig modulieren, ohne daß zusätzlich eine störende FM auftritt. Mit dieser Spannung kann eine derartige Messung in der geschilderten Weise nach Bild 7 ausgeführt werden, wenn die Sonde selbst einen Gleichrichter zur Demodulation enthält.

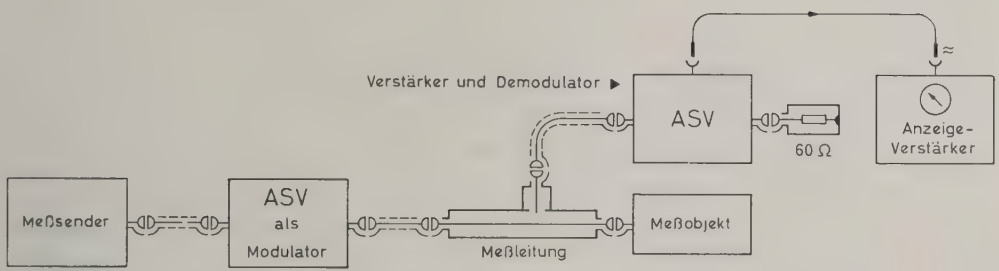


Bild 8. Modulation der Senderspannung und Demodulation der Sondenspannung durch je einen ASV

Enthält die Meßleitung keinen eigenen Demodulator, so kann ein zweiter ASV als solcher verwendet werden (siehe auch Abschn. 2.9.). Dabei wird die Sondenspannung gleichzeitig verstärkt. Mit einem am Richtspannungsausgang des ASV angeschlossenen NF-Voltmeter kann die Modulationsspannung angezeigt werden. Verwendet man anstelle eines gewöhnlichen NF-Voltmeters einen NF-Meßverstärker (z. B. unser NF-Millivoltmeter UVN) oder noch besser einen selektiven (z. B. unseren Tonfrequenz-Analysator FTA), so läßt sich die Empfindlichkeit der ganzen Meßanordnung (Bild 8) noch erheblich steigern.

2.8. Hilfsmittel bei Frequenzmessungen

Bei Frequenzmessungen läßt sich der ASV auf zwei Arten einsetzen, nämlich als Grobfrequenzmesser oder als Hilfsgerät zusammen mit einem anderen Frequenzmeßgerät.

2.8.1. Der ASV als Grobfrequenzmesser

Als Grobfrequenzmesser stellt der ASV ein selbständiges Frequenzmeßgerät dar, mit dem Frequenzen innerhalb des Bereiches von 30 . . . 300 MHz mit einer Genauigkeit von ±2% gemessen werden können. Es genügt eine Spannung von 0,5 mV. Diese Art des Einsatzes ist überall dort zweckmäßig und praktisch, wo orientierende Frequenzmessungen schnell durchgeführt werden sollen, eine Aufgabe, die in der Praxis häufig gestellt ist.

2.8.2. Der ASV als Hilfsgerät in Verbindung mit einem Präzisionsfrequenzmesser

Präzisionsfrequenzmesser arbeiten im allgemeinen nach dem Vergleichsverfahren. Hierbei wird die zu messende Frequenz mit einer von einem quarzgesteuerten Frequenznormal abgeleiteten und daher sehr genauen Vergleichsfrequenz verglichen. Dies geschieht meist durch Messen der Differenzfrequenz oder dadurch, daß man diese durch Verändern der genau bekannten Vergleichsfrequenz zu Null macht. Dann ist die zu messende Frequenz gleich der Vergleichsfrequenz.

Oberhalb 30 MHz, also in dem hier besonders interessierenden Frequenzgebiet von 30 . . . 300 MHz, arbeiten diese Präzisionsfrequenzmesser meist mit sogenanntem Oberwellenvergleich. Dabei wird die Vergleichsfrequenz, deren obere Grenze meistens 30 MHz ist, verzerrt, so daß eine große Anzahl Harmonischer entsteht. Die zu messende Frequenz wird nun mit einer von diesen verglichen. Damit ist die Messung jedoch noch nicht eindeutig, weil zunächst noch unbekannt ist, mit welcher Harmonischen die Mischung stattgefunden hat. Es muß also noch die Ordnungszahl der Harmonischen, mit der das Meßergebnis zu multiplizieren ist, durch eine eigene Verstimmungsmessung festgestellt werden. Diese erübrigt sich, wenn man zusätzlich einen ASV verwendet und mit ihm eine einfache Grobmessung (Abschn. 2.8.1.) durchführt. Dann ist nämlich das Meßergebnis bereits auf ±2% bekannt und kann mit dem Präzisionsfrequenzmesser noch bis zu dessen Genauigkeit ausgemessen werden. Die Ordnungszahl der Harmonischen steht damit fest oder kann zweckmäßig gewählt werden. Auf diese Weise sind auch Irrtümer, die durch eine eventuell falsch ermittelte Ordnungszahl entstehen können, mit Sicherheit ausgeschlossen.

Nachfolgendes Beispiel zeigt eine abgewandelte Anwendung des ASV zur Frequenzmessung: Eine Frequenz von etwa 90 MHz soll genau ausgemessen werden. An Geräten stehen zur Verfügung: Ein veränderbarer Normalfrequenzgenerator, z. B. unsere Type XUA, und ein Frequenzzeiger, z. B. Type FKM. Bild 9 zeigt die Anordnung.

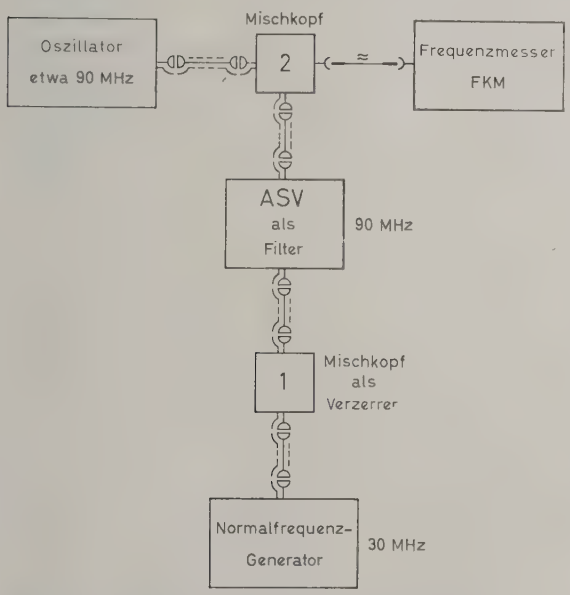


Bild 9. Anordnung zur genauen Frequenzmessung mittels Normalfrequenzgenerator und Frequenzzeiger

Am Normalfrequenzgenerator werden 30 MHz eingestellt. Der hier als Verzerrer wirkende Mischkopf 1 (Abschn. 2.11. und 3.8.) erzeugt ein Spektrum von Harmonischen dieser Frequenz. Aus diesem wird mit einem ASV, der auf 90 MHz abgestimmt ist und infolge seiner Selektivität als Filter wirkt, die dritte Harmonische ausgesiebt. Da im allgemeinen die Amplituden der Harmonischen mit zunehmender Ordnungszahl kleiner werden, ist es von großem Vorteil, daß sie im ASV gleichzeitig verstärkt werden. Die so ausgefilterte und verstärkte Harmonische, in diesem Beispiel die dritte, wird im Mischkopf 2 mit der zu messenden Frequenz gemischt. Liegt die Differenz unter 500 kHz, so kann sie am Frequenzzeiger FKM abgelesen und durch Verändern der Vergleichsfrequenz zu Null gemacht werden. Damit ist die zu messende Frequenz gleich der Vergleichsfrequenz multipliziert mit der Ordnungszahl. Die Ordnungszahl, in diesem Beispiel 3, ist durch die Abstimmung des als Filter wirkenden ASV bekannt.

2.8.3. Behelfsanalysator

Da der ASV abstimmbar ist, kann man ihn auch behelfsmäßig als Frequenzanalysator gebrauchen. Mit dem eingebauten Instrument lassen sich die einzelnen Komponenten eines Frequenzgemisches ihrer Amplitude nach ausmessen, soweit die Frequenzen nicht zu nahe beieinander liegen. Ein Beispiel hierfür ist der Empfang (Abschn. 2.9.) und die Analyse von VHF-Störschwingungen, die in Oszillatoren niedrigerer Frequenz unerwünscht auftreten. Die Analyse kann das Auffinden der Ursache und damit die Beseitigung der Störschwingungen erheblich erleichtern. Die Bedienung des ASV als Analysator erläutert Abschn. 3.6.

2.9. Empfänger (AM-Demodulator)

Ein im ASV eingebauter Demodulator (Kristalldiode) macht ihn als AM-Empfänger verwendbar. Mit einer Antenne oder Behelfsantenne am Eingang lassen sich irgendwelche elektromagnetischen Störfelder, sofern deren Frequenzen in dem vom ASV bestrichenen Gebiet liegen, aufspüren. Ist die empfangene Frequenz amplitudenmoduliert, so steht die Modulationsspannung an den Buchsen „Richtspannung" zur Verfügung. Sie läßt sich abhören, mit einem NF-Verstärker weiterverstärken, oszillografieren oder analysieren, so daß praktisch jede Untersuchungsmethode anwendbar ist.

Zur Steigerung der Empfindlichkeit können zwei ASV in Reihe geschaltet werden. Dadurch wird eine sehr hohe Verstärkung (maximal etwa 80 db) erreicht. Die Empfindlichkeit ist dann praktisch nur durch das Rauschen begrenzt. Schaltet man an die Buchsen „Richtspannung" des zweiten ASV einen selektiven NF-Verstärker schmaler Bandbreite, wie z. B. unseren Tonfrequenz-Analysator FTA, so läßt sich das Rauschen entsprechend vermindern, da nur ein schmales Band aus dem Rauschspektrum wirksam wird. Die Empfindlichkeit kann auf diese Weise weiter gesteigert werden. Stellt man nicht zu hohe Ansprüche, so ist auch ein FM-Empfang möglich, wenn man auf die Flanke abstimmt. In vielen Fällen, in denen es sich nur darum handelt, festzustellen, ob „etwas da ist oder nicht", ist also der ASV auch für diesen Zweck vollkommen ausreichend.

2.10. Spannungsquelle (Generator)

2.10.1. VHF-Spannungsquelle (30 mV . . . 3 V an 60 Ω)

Durch einfaches Umschalten wird aus dem Verstärker ASV eine sehr vielseitig verwendbare VHF-Spannungsquelle, die im Frequenzgebiet von 30 . . . 300 MHz eine einstellbare Spannung von max. 3 V an 60 Ω liefert. In dieser Eigenschaft ist der ASV zur Speisung einer ganzen Reihe von Meßgeräten geeignet, so z. B. für unsere Typen Z-g-Diagraph ZDU und Reflektometer ZUP. Für viele Anwendungen ist es besonders praktisch, daß die Ausgangsspannung amplitudenmoduliert werden kann, wobei wegen des dreistufigen Aufbaues nur eine vernachlässigbar geringe Stör-FM auftritt. Die Einstellung der gewünschten Frequenz ist besonders einfach und schnell ausführbar, weil das ganze Frequenzband von 30 . . . 300 MHz in einem Bereich liegt. Über die Bedienung des ASV als VHF-Spannungsquelle siehe Abschn. 3.7.1.

2.10.2. Tonfrequenz-Spannungsquelle (0 . . . 10 V; $R_i = 600\ \Omega$)

Als Tonfrequenz-Spannungsquelle kann der ASV bei allen Aufgaben Anwendung finden, bei denen man mit einer festen Frequenz von 1000 Hz auskommt (Bedienung siehe Abschn. 3.7.2.).

2.11. Frequenzumsetzer

In Verbindung mit einem für diesen Zweck entwickelten Misch- und Verzerrerkopf, (Abschn. 1.6. e), übernimmt der ASV die Funktion eines Frequenzumsetzers. Ein typisches Beispiel für diese Anwendungsmöglichkeit ist folgendes: Ein Generator liefere eine Frequenz von 10 MHz, die frequenzmoduliert ist und deren Frequenzhub gemessen werden soll. Als Hubmesser stehe unsere Type FMV zur Verfügung. Dieser Hubmesser arbeitet jedoch in einem Frequenzbereich von 20 . . . 300 MHz und bei Anwendung der Oberwellenmischung bis 600 MHz. Der Hub einer Mittenfrequenz von 10 MHz kann also mit diesem Gerät nicht ohne weiteres gemessen werden. Mit ASV und Mischkopf ist diese Aufgabe jedoch zu lösen. Bild 10 zeigt den Meßaufbau. Die Frequenz von 10 MHz, deren Hub gemessen werden soll, wird im Mischkopf mit einer unmodulierten Frequenz von 30 MHz (aus dem ASV) gemischt und die entstehenden Ausgangsfrequenzen und Mischprodukte dem FMV zugeführt. Da der FMV ein selektives Gerät ist, kann er z. B. auf das Mischprodukt 40 MHz abgestimmt werden und so den Frequenzhub messen. In einer ähnlich gelagerten Anwendung, bei

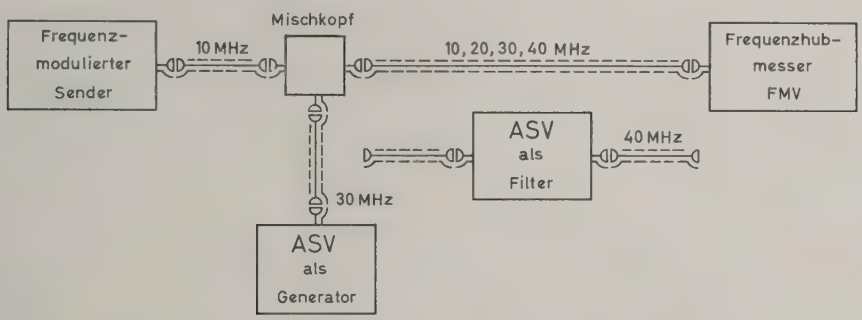


Bild 10. Messen des Hubes einer Frequenz (10 MHz), die vom angewandten Frequenzhubmesser (FMV) nicht unmittelbar erfaßt wird

der jedoch das Meßgerät oder irgend ein Verbraucher nicht abstimmbar ist, müßte die Mischfrequenz 40 MHz ausgesiebt werden. Diese Aufgabe kann ein zweiter, auf 40 MHz abgestimmter ASV übernehmen, wie in Bild 10 angedeutet. In gleicher Weise ist es natürlich auch möglich, den Hub einer Frequenz zu messen, die über dem Meßbereich des FMV liegt. Beträgt ihr Wert z. B. 700 MHz, so mischt man im Mischkopf z. B. 300 MHz aus dem ASV dazu und mißt den Hub der Differenzfrequenz mit dem FMV unter Anwendung der Oberwellenmischung.

2.12. Frequenzvervielfacher

Zur Frequenzvervielfachung ist außer dem ASV ebenfalls der Misch- und Verzerrerkopf notwendig. Die Vervielfachung beruht auf der Bildung eines Spektrums durch Verzerrung mit nachfolgender Aussiebung und Verstärkung der gewünschten Harmonischen durch den ASV. Eine Anwendung dieses Verfahrens ist die Messung kleiner Frequenzhübe, z. B. Störhübe (z. B. verursacht durch den 50-Hz-Netzbrumm), die mit einem Hubmesser nicht mehr genau gemessen werden können. Durch die Frequenzvervielfachung wird auch der Hub im selben Verhältnis vervielfacht und kann dann sicher gemessen werden.

Soll ein größerer Frequenzhub mit kleinem Klirrfaktor erzeugt werden, so ist es oft vorteilhaft, zunächst einen kleinen Hub herzustellen, weil so der Klirrfaktor leichter klein gehalten werden kann. Diesen kleinen Hub erhöht man dann durch Frequenzvervielfachung auf den gewünschten Wert, wobei der kleine Klirrfaktor weitgehend erhalten bleibt, solange keine linearen Verzerrungen auftreten.

Eine weitere Anwendung ist die Erzeugung einer sehr genauen Frequenz im VHF-Gebiet durch Vervielfachung aus einer niedrigeren, quarzgesteuerten Frequenz. Verwendet man zusätzlich noch den Misch- und Verzerrerkopf Type XME, so lassen sich aus einer verhältnismäßig niedrigen Quarzfrequenz sogar extrem hohe Frequenzen ableiten, wie das Beispiel Bild 11 zeigt:

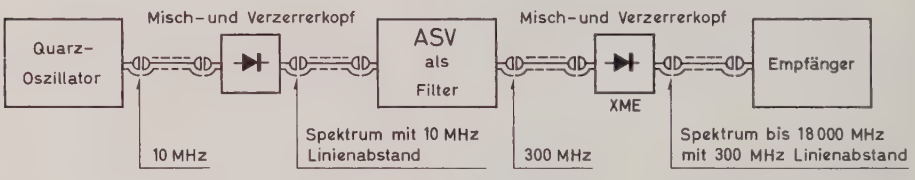


Bild 11. Gewinnung einer genauen Frequenz bis 18 000 MHz aus einer quarzgesteuerten Frequenz von 10 MHz

Ein quarzgesteuerter Generator liefert eine sehr genaue Frequenz von 10 MHz, die in einem Misch- und Verzerrerkopf (BN 13721) in ein Spektrum mit 10 MHz Linienabstand verwandelt wird. Ein als Filter wirkender ASV siebt die 300-MHz-Linie aus, die nun der Misch- und Verzerrerkopf XME (BN 444522) zu einem Spektrum mit einem Linienabstand von 300 MHz verarbeitet. Die obere Grenze der praktisch noch verwendbaren Harmonischen liegt bei 18 000 MHz.

3. Inbetriebnahme und Bedienung

3.1. Inbetriebnahme

3.1.1. Einstellen auf die vorhandene Netzspannung

Ab Werk ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Es kann an ein Netz mit dieser Spannung ohne weitere Maßnahmen angeschlossen werden. Soll es an einer Netzspannung von 115 V, 125 V oder 235 V (± 10%) betrieben werden, so muß es vor dem Anschluß an das Netz auf die entsprechende Spannung umgestellt werden. Hierzu löst man die 4 Schrauben an den Ecken der Frontplatte und nimmt das Gerät aus dem Stahlblechkasten. An der linken Seite, in der Nähe des Netztransformators, befindet sich der Netzspannungswähler. Zur Umstellung nimmt man die von dem mit „220 V" beschrifteten Federnpaar gehaltene Sicherung (0,6 A) heraus und setzt eine entsprechende in das mit der vorhandenen Netzspannung beschriftete Federnpaar ein. Bei 235 V kann die gleiche Sicherung verwendet werden, für 115 V und 125 V ist eine 1,25-A-Sicherung einzusetzen.

Netzspannungsabweichungen bis zu ±10% vom Nennwert (115, 125, 220 und 235 V) sind ohne weiteres zulässig; dadurch werden die Geräteeigenschaften noch nicht beeinträchtigt. Mit Rücksicht auf die Lebensdauer der Röhren empfiehlt es sich jedoch, lang andauernde Unter- oder Überspannungen zu vermeiden. Besonders an einem Netz mit Unterspannung empfehlen wir, den durchschnittlichen Betrag der Netzspannung festzustellen und dem Gerät einen entsprechend bemessenen Transformator (Regeltransformator oder Konstanthalter) vorzuschalten.

3.1.2. Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes

Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Instrumentzeiger auf dem Nullpunkt der drei Skalen stehen. Zur Berichtigung dient die im Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzachse.

3.1.3. Einschalten

Der Netzschalter ist mit dem Betriebsartenschalter (Frontplatte, unten in der Mitte) kombiniert. Bringt man diesen Schalter von der Stellung „Aus" in eine der anderen sechs Stellungen, so ist der ASV eingeschaltet und nach etwa zwei Minuten betriebsbereit. Zur Überwachung des Einschaltzustandes dient das über der Netzkabeleinführung eingebaute Glimmlämpchen.

3.2. Bedienung bei Verwendung als Verstärker

Als Verstärker arbeitet der ASV, wenn man den Betriebsartenschalter auf „Verstärker unmoduliert" stellt.

3.2.1. Anschlüsse

3.2.1.1. Eingang

Die zu verstärkende Spannung wird am besten über ein koaxiales 60-Ω-Kabel in den Eingang eingespeist. Der Eingangswiderstand beträgt ungefähr 60 Ω. Erfordert die den ASV speisende Quelle einen exakten Abschlußwiderstand von 60 Ω, so schaltet man zwischen diese und den ASV ein 60-Ω-Dämpfungsglied, z. B. unsere Type DPF BN 18082/60, Abschn. 1.6. c). Erfordert die Quelle einen Abschluß von 50 Ω oder 75 Ω, so empfehlen wir die Zwischenschaltung eines Anpassungsgliedes Type DAF, Abschnitt 1.6.d).

3.2.1.2. Ausgang

An den Ausgang kann ein zweiter Verstärker, ein VHF-Millivoltmeter (z. B. bei Verwendung des ASV als Trennverstärker, Abschn. 2.4., Bild 3), ein anderes Meßgerät oder ein Verbraucher angeschlossen werden. Die Ausgangsspannung des ASV ist mit dem eingebauten Instrument meßbar. Näheres hierüber enthält Abschn. 3.2.3. Bei bekannter Verstärkung ist die angezeigte Ausgangsspannung ein Maß für die Eingangsspannung.

3.2.1.3. Umrüsten des Ein- und Ausgangs für andere Stecker

Die koaxialen 13-mm-Buchsen (FMU 90100) des Ein- und Ausgangs bieten den beachtenswerten Vorteil der Umrüstbarkeit für andere Steckersysteme. Ab Werk sind sie mit je einem Umrüstsatz FMU 10990 für Kurzhubstecker Dezifix B ausgerüstet. Dieser Umrüstsatz läßt sich, nachdem man die zwei seitlichen Madenschrauben gelöst hat, herausschrauben und durch einen anderen Umrüstsatz ersetzen. Die zur Zeit lieferbaren Umrüstsätze sind auf Seite 8 unter 1.6.g) aufgeführt. Ohne einen eingeschraubten Umrüstsatz paßt ein Stecker 4/13 DIN 47284, so zum Beispiel die Ausführung von R&S mit der Bestellnummer FS 413/11, FS 413/12 oder FSW 413/11.

3.2.2. Abstimmen

Zunächst schaltet man mit dem Spannungsbereichschalter (unter dem Instrument) den passenden VHF-Spannungsbereich ein. Dies wird im allgemeinen der Bereich „250 mV" sein, da meistens kleinere Spannungen zu verstärken sind und der Verstärker normaler-

weise zunächst noch nicht auf die Frequenz der zu verstärkenden Spannung abgestimmt ist. Aus demselben Grund dreht man anschließend den Ausgangsspannungsteiler (Knopf über dem Ausgang) auf maximale Verstärkung (rechter Anschlag) oder so weit, daß das Instrument einen kleinen Ausschlag zeigt.

Nun stimmt man am ASV an seiner Frequenzskala auf die Eingangsfrequenz ab; dabei dreht man den Ausgangsspannungsteiler so weit zurück, daß das Instrument höchstens Vollausschlag zeigt. Die Abstimmung erfolgt bei Beobachtung des eingebauten oder des außen angeschlossenen Instrumentes.

3.2.3. Messung der Ausgangsspannung

Von den 3 Skalenbögen des eingebauten Instrumentes sind die oberen zwei den beiden VHF-Spannungsbereichen 5 V und 250 mV zugeordnet. Die dritte Skala ist in Modulationsgraden geeicht (Abschn. 3.3.1.). Das Instrument mißt die Ausgangsspannung. Da sich die Meßdiode unmittelbar an der Ausgangsbuchse befindet, ist die Leitung zwischen Meßort und Anschlußebene des Dezifixsteckers sehr kurz. Der bei höheren Frequenzen durch Transformation verursachte Fehler bleibt dadurch entsprechend klein. Die Ausgangsspannung wird auch dann noch richtig gemessen, wenn der Abschluß bis 1 : 2 fehlangepaßt ist. Es gelten die im Abschnitt 1.1. angegebenen Fehlergrenzen. Wird in besonderen Fällen eine höhere Genauigkeit der Spannungsmessung gefordert, so ist es zweckmäßig, diese mit einem geeigneten VHF-Spannungsmesser (z. B. mit Type URV) am Verbraucher vorzunehmen.

3.2.3.1. Einstellen kleiner Spannungen

Setzt man den ASV als Sender z. B. zum Prüfen von Empfängern ein, so ist häufig die Aufgabe gestellt, kleine, definierte Spannungen zu erzeugen. Da Spannungen kleiner als 50 mV am Instrument nicht mehr abgelesen und deshalb auch nicht mehr definiert eingestellt werden können, schaltet man in solchen Fällen zwischen ASV-Ausgang und Verbraucher entweder ein oder mehrere Dämpfungsglieder hintereinander oder besser eine 60-Ω-Eichleitung (z. B. unsere Type DPR, BN 18042/60) ein und wählt eine passende Ausgangsspannung, die am Instrument noch gut ablesbar ist. Durch die eingeschaltete Dämpfung wird die Spannung am Verbrauchereingang in dem gewünschten Maße herabgesetzt. Außerdem bekommt der ASV dadurch einen definierten Ausgangswiderstand von 60 Ω und ist seinerseits mit 60 Ω abgeschlossen. Ist der Abschlußwiderstand des Dämpfungsgliedes $R_a = 60\,\Omega$ und reell, so erhält man die Spannung U

an R_a, wenn man den Dämpfungsfaktor a des Dämpfungsgliedes in Rechnung setzt. Ist U_A die vom Instrument angezeigte Spannung, so wird

$$U = U_A \cdot 10^{-\frac{a}{20}}. \tag{1}$$

Mit einem 10-db-Glied beispielsweise erhält man

$$U = U_A \cdot 10^{-\frac{10}{20}} = U_A \cdot \frac{1}{\sqrt{10}} = U_A \cdot 0{,}316\,. \tag{2}$$

Bei genügend großer Dämpfung des Dämpfungsgliedes ändert sich die Belastung des ASV nicht, wenn man den Abschlußwiderstand (60 Ω) entfernt. Die Spannung am Ausgang des Dämpfungsgliedes steigt jedoch auf das Doppelte an. Damit ergibt sich die Möglichkeit, mit einer EMK am Ausgang des Dämpfungsgliedes zu rechnen, deren Größe nach folgender Beziehung ermittelt werden kann.

$$E = 2 \cdot U_A \cdot 10^{-\frac{a}{20}}$$

Bild 12 zeigt die durch ein Dämpfungsglied gebildete Ersatzspannungsquelle. Hat der Verbraucher einen von 60 Ω abweichenden oder einen komplexen Eingangswiderstand, so ergibt sich die Spannung aus:

$$U = E \frac{R_a}{R_i + R_a} \tag{3}$$

Diese Beziehung stimmt bei Verwendung eines Dämpfungsgliedes mit kleiner Dämpfung nicht exakt. So entsteht z. B. für ein 10-db-Dämpfungsglied bei extremer Fehlanpassung (Leerlauf oder Kurzschluß) ein Fehler von −10% bzw. +10%, der jedoch schon bei ungefähr richtiger Anpassung (mit etwa 60 Ω) vernachlässigbar klein wird. Bei einer Dämpfung von 20 db geht dieser Fehler auch für extreme Fehlanpassung bereits auf etwa 1% zurück.

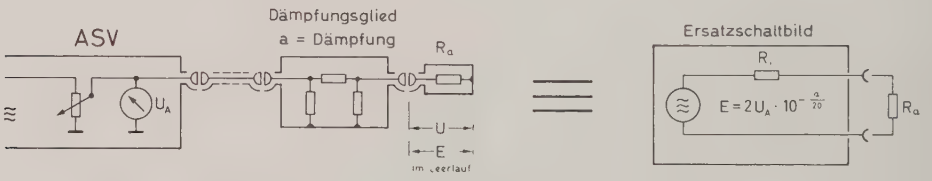


Bild 12. Durch ein Dämpfungsglied gebildete Ersatzspannungsquelle

Folgende Tabelle gibt das Verhältnis U/U_A für einige reelle Abschlußwiderstände und drei verschiedene Dämpfungen wieder. Multipliziert man einen dieser Werte mit dem am Instrument eingestellten Spannungswert U_A, so ergibt sich für die betreffende Dämpfung und den betreffenden Abschlußwiderstand die an diesem liegende Spannung U

exakt. Hierbei ist bereits berücksichtigt, daß bei Einschaltung von Dämpfungsgliedern mit verhältnismäßig kleiner Dämpfung und bei Fehlanpassung nicht mit dem exakten Wellenwiderstand des Dämpfungsgliedes und damit nicht exakt nach Gleichung (3) gerechnet werden kann.

Belastungs-widerstand		50 Ω	60 Ω	75 Ω	150 Ω	600 Ω	Leerlauf
	10 db	0,29	0,32	0,35	0,43	0,53	0,58
U/U_A	20 db	0,091	0,100	0,111	0,142	0,180	0,198
	40 db	0,0091	0,0100	0,0111	0,0143	0,0182	0,020

Für Abschlußwiderstände (Verbraucher-Eingangswiderstände) von 50 Ω bzw. 75 Ω kann man eine exakte Anpassung erreichen, wenn man ein entsprechendes Anpassungsglied (Seite 8, Abschnitt 1.6 d) zwischenschaltet. Ob das Anpassungsglied hinter den ASV-Ausgang, vor den Verbraucher-Eingang oder irgendwo dazwischen geschaltet wird, hängt von den Verhältnissen in jedem einzelnen Fall ab. Es ist immer an die Stelle zu setzen, an der das 60-Ω- und das 50-Ω-System zusammenstoßen (Bild 13).

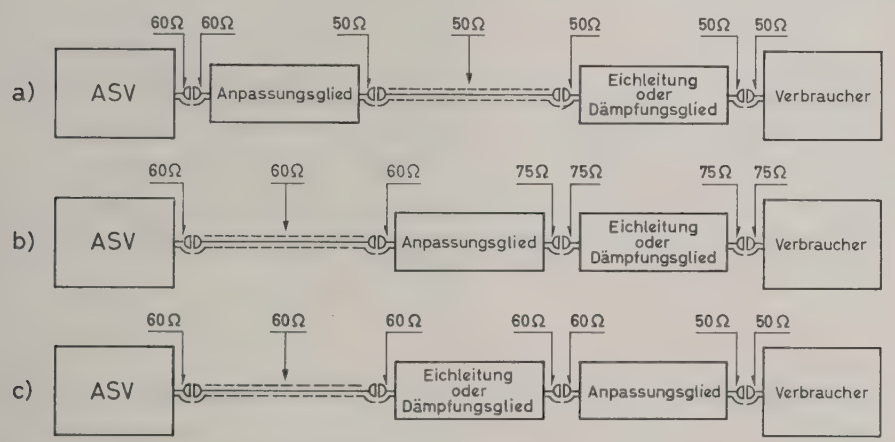


Bild 13. Einschaltung eines Anpassungsgliedes in den Meßaufbau

Die Spannung und die EMK am Ausgang eines solchen Anpassungsgliedes errechnet sich ebenfalls nach den Gleichungen (2) und (3). In die Gleichung (3) ist dabei für $R_i = 50\ \Omega$ bzw. 75 Ω und in die Gleichung (2) für a der auf dem Anpassungsglied aufgravierte Dämpfungswert zu setzen. Es tritt jedoch bei Verwendung von Anpassungsgliedern kleiner Dämpfung ebenfalls ein Fehler auf, der etwa in der gleichen Größenordnung liegt wie bei Verwendung von Dämpfungsgliedern kleiner Dämpfung.

3.2.4. Verstärkung

Die Ausgangsspannung ist ein Maß der Eingangsspannung, wenn der Verstärkungsfaktor bekannt ist. Er beträgt bei Abschluß des ASV mit 60 Ω etwa 40 db, ist jedoch keine konstante Größe, sondern oberhalb einer bestimmten Eingangsspannung von dieser abhängig. Außerdem besteht eine Abhängigkeit von der Frequenz. Da beide Abhängigkeiten durch Röhreneigenschaften bedingt sind, die sich bei Alterung oder Röhrenwechsel merklich ändern können, muß auf die Mitlieferung von Eichkurven verzichtet werden. Sollen mit dem ASV quantitative Messungen durchgeführt werden, so muß man deshalb vorher entsprechende Eichkurven aufnehmen (Abschn. 3.2.4.1. und 3.2.4.2.). Dies ist jedoch nicht vor jeder Messung erforderlich, sondern nur nach längerer Betriebsdauer (Röhrenalterung) oder nach dem Wechsel einer der Röhren Rö1 bis Rö3.

3.2.4.1. Eichung des Verstärkungsfaktors V abhängig von der Frequenz

Hierzu ist eine Anordnung nach Bild 14 zu empfehlen. Der Meßsender, der Voltmeter-Durchgangskopf, die Eichleitung und die verwendeten Kabel sollen einen Widerstand $Z = 60\,\Omega$ haben und der ASV soll mit 60 Ω abgeschlossen werden z. B. mit unserem Abschlußwiderstand Type RMD, Abschn. 1.6. Der Ausgangsspannungsteiler wird ganz

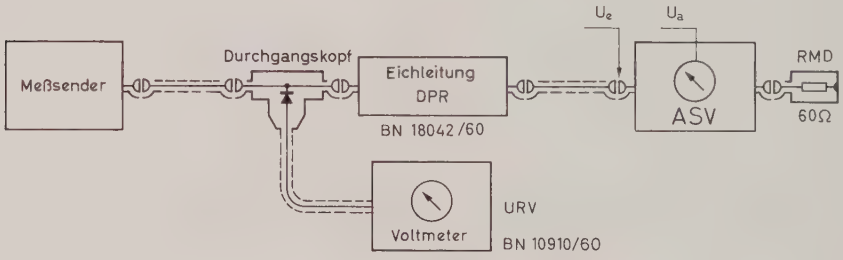


Bild 14. Anordnung zur Eichung des Verstärkungsfaktors V in Abhängigkeit von der Frequenz

an den rechten Anschlag gedreht. Grundsätzlich geht die Eichung so vor sich, daß man in den ASV-Eingang eine konstante Spannung von etwa 2,5 mV einspeist, die Frequenz verändert und für jede eingestellte Frequenz die Ausgangsspannung am eingebauten Instrument abliest. Ist U_e die eingestellte Eingangsspannung und U_a die abgelesene Ausgangsspannung, so ergibt sich der Verstärkungsfaktor in db zu

$$V = 20 \cdot \log \frac{U_a}{U_e} . \qquad (4)$$

Trägt man V als Funktion der Frequenz bei konstanter Eingangsspannung auf, so erhält man zum Beispiel eine Frequenzgangkurve nach Bild 15. Im einzelnen kann die

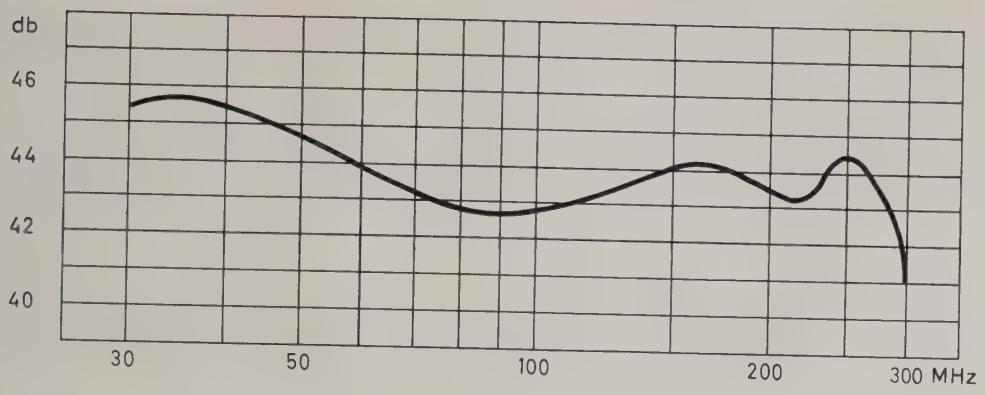


Bild 15. Beispiel einer Frequenzgangkurve des Verstärkungsfaktors V

Eichung auf zweierlei Art durchgeführt werden, je nachdem, ob man mit dem vor der Eichleitung liegenden Voltmeter nur größere oder aber auch kleine Spannungen zuverlässig messen kann.

a) Können nur größere Spannungen sicher gemessen werden, so stellt man am Voltmeter eine konstante Spannung U von z. B. 2,5 V und an der Eichleitung eine solche Dämpfung a ein, daß das ASV-Instrument bei ganz aufgedrehtem Ausgangsspannungsteiler und abgeschlossenem Ausgang einen definierten Wert, z. B. 200 mV, zeigt. Die am ASV-Eingang liegende Spannung ist dann

$$U_e = U \cdot 10^{-\frac{a}{20}} \tag{5}$$

Der Verstärkungsfaktor V in db errechnet sich nach Gleichung (4). Ein Beispiel: am VHF-Voltmeter eingestellt U = 2,5 V; an der Eichleitung eingestellt a = 62 db; dabei Anzeige am ASV-Instrument U_a = 200 mV; hiermit ist

$$U_e = 2{,}5 \cdot 10^{-\frac{62}{20}} = 2 \cdot 10^{-3} = 2\ \text{mV}$$

und

$$V = 20 \cdot \log \frac{2 \cdot 10^{1}}{2 \cdot 10^{-3}} = 20 \cdot 2 = 40\ \text{db}.$$

b) Können mit dem Voltmeter auch kleine Spannungen genügend genau gemessen werden, so vereinfacht sich der Eichvorgang wesentlich. Man stellt am Voltmeter eine konstante Spannung von z. B. 250 mV ein und verändert die Dämpfung der Eichleitung für jede neu eingestellte Frequenz so lange, bis das ASV-Instrument die gleiche Spannung, also in diesem Beispiel ebenfalls 250 mV, zeigt. Der Verstärkungsfaktor V ist dann gleich der Eichleitungsdämpfung und kann direkt abgelesen werden. Auch bei

diesem Verfahren müssen der Ausgangsspannungsteiler ganz aufgedreht und der Ausgang mit 60 Ω abgeschlossen sein. Die Netzspannung soll während der Eichung konstant gehalten werden, weil die Heizspannung der Röhren nicht ganz ohne Einfluß auf die Verstärkung ist. Die Umrechnung von Spannungsverhältnissen in Dämpfungswerte und umgekehrt kann mit einer für die Praxis meist ausreichenden Genauigkeit mit Hilfe der Leiter Bild 16 erfolgen.

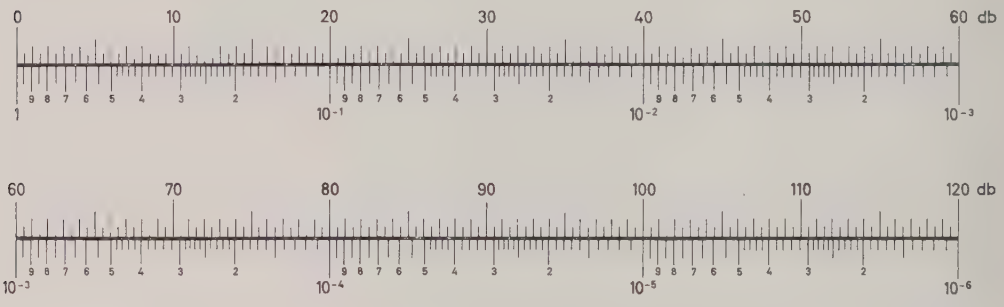


Bild 16. Zur Umrechnung von Spannungsverhältnissen in Dämpfungswerte und umgekehrt

3.2.4.2. Eichung des Verstärkungsfaktors V abhängig von der Eingangsspannung

Die Spannungsabhängigkeit des Verstärkungsfaktors ist durch den Begrenzungseffekt bedingt; dieser setzt bei Eingangsspannungswerten über 10 mV ein. Bei kleineren Eingangsspannungen ist der Verstärkungsfaktor davon unabhängig. Er ist jedoch infolge der Streuung der Röhreneigenschaften auch in diesem Bereich von Gerät zu Gerät etwas verschieden, so daß sich eine Eichung über den ganzen Bereich empfiehlt. Hierzu verwendet man zweckmäßigerweise die gleiche Anordnung wie im Abschn. 3.2.4.1. mit Bild 14.

Bei dieser Eichung muß jedoch für die Dauer eines Eichvorganges die Frequenz konstant gehalten und die Eingangsspannung verändert werden. Es sind ebenfalls die beiden im Abschn. 3.2.4.1. erläuterten Methoden anwendbar. Für die Berechnung der ASV-Eingangsspannung und des Verstärkungsfaktors sind ebenfalls die Gleichungen (5) und (4) maßgebend.

Zweckmäßig ist es, in der Eichkurve den Verstärkungsfaktor als Funktion der Ausgangsspannung darzustellen, da diese Spannung am ASV-Instrument abgelesen werden kann und somit in jedem Fall bekannt ist. Führt man diese Eichung bei verschiedenen Frequenzen aus, so erhält man eine Kurvenschar mit f als Parameter nach Bild 17. Auch hier soll die Netzspannung während der Eichung aus dem im Abschnitt 3.2.4.1. erwähnten Grund konstant gehalten werden.

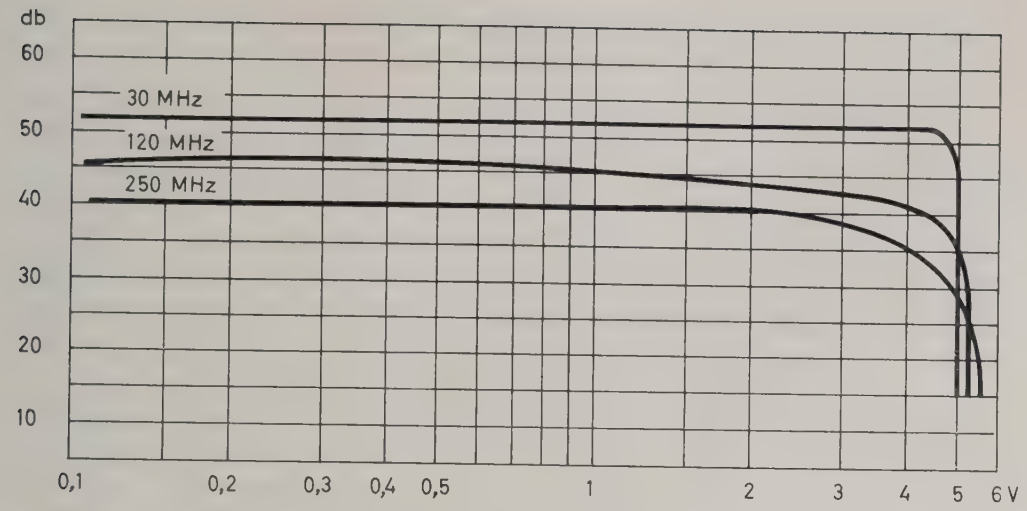


Bild 17. Beispiel einer Frequenzgangkurve des Verstärkungsfaktors als Funktion der Eingangsspannung und der Frequenz als Parameter

3.2.5. Begrenzung

In den vorhergehenden Abschnitten wurde bereits mehrmals auf die Begrenzerwirkung hingewiesen. Bild 5 auf Seite 15 zeigt ein Anwendungsbeispiel. Hat man eine unmodulierte VHF-Spannung zu verstärken, so äußert sich die Begrenzerwirkung lediglich darin, daß nach Überschreiten der Linearitätsgrenze (bei etwa 10 mV) die Ausgangsspannung nicht mehr proportional mit der Eingangsspannung wächst, der Verstärkungsfaktor also mit steigender Eingangsspannung abnimmt.

Im Falle der Verstärkung einer amplitudenmodulierten Spannung hat die Begrenzung außerdem eine Verzerrung der Modulationsfrequenz zur Folge, da die Modulationsspitzen entsprechend ihrer Höhe mehr oder weniger stark beschnitten werden. Wenn die verstärkte Spannung demoduliert und die Modulation unverzerrt gewonnen werden soll, muß deshalb besonders auf die Aussteuerung des ASV geachtet werden. Hierbei bedient man sich des Instrumentes und wählt die Eingangsspannung so, daß bei voll aufgedrehtem Ausgangsteiler die Ausgangsspannung < 1 V ist. Dabei muß jedoch beachtet werden, daß das Instrument im Modulationsfrequenzbereich kein Spitzenspannungszeiger ist und deshalb die bei der Modulation auftretenden Spitzen nicht anzeigt. Die Differenz wächst mit dem Modulationgsgrad. Es ist deshalb notwendig, die Eingangsspannung nur so groß zu wählen, daß das Instrument bei sinusförmiger Modulation und ganz aufgedrehtem Ausgangsspannungsteiler eine Spannung von

$$U_{\text{Anzeige}} < \frac{1}{1+m} \qquad (6)$$

zeigt, wobei m der Modulationsgrad ist. Beispiel: Beträgt der Modulationsgrad 50%

(m = 0,5), so muß die Eingangsspannung so eingestellt werden, daß das Instrument eine Spannung zeigt von

$$U_{Anzeige} < \frac{1}{1+0,5} < 0,66 \text{ V}.$$

Bei ungleichförmiger Modulation (Sprache, Musik und dergleichen) kann die Anzeige des Modulationsgrades dauernd schwanken. In diesem Fall läßt sich nicht ohne weiteres eine Beziehung zwischen Spannung und Spannungsanzeige angeben. Es ist aber ausreichend, wenn man dafür sorgt, daß bei voll aufgedrehtem Ausgangsspannungsteiler die Anzeige stets unter 0,5 V bleibt.

Ist die Begrenzung erwünscht oder erforderlich, z. B. um die Stör-AM einer frequenzmodulierten Spannung zu beseitigen, so muß die Eingangsspannung größer als 50 mV sein.

3.2.6. Zwei Verstärker hintereinandergeschaltet

Reicht für eine spezielle Aufgabe die Verstärkung eines ASV nicht aus, so kann man an den Ausgang des ersten ASV den Eingang eines zweiten anschließen und so eine Verstärkung von insgesamt 80 db bei kleinem Rauschpegel erreichen. Dabei müssen natürlich beide Geräte auf die Frequenz der zu verstärkenden Spannung abgestimmt werden. Das ist dann sehr einfach, wenn die zu verstärkende Spannung immerhin so groß ist, daß das Instrument des ersten ASV im empfindlichen Bereich (250 mV) wenigstens so weit ausschlägt, daß man das Maximum deutlich erkennen kann. Hierbei stimmt man zuerst den ersten und dann den zweiten ASV ab.

Etwas umständlicher ist es, wenn die zu verstärkende Spannung nicht ausreicht, um am Instrument des ersten ASV ein genügend deutlich beobachtbares Maximum entstehen zu lassen. Man kann in diesem Fall die Abstimmung auf zweierlei Art vornehmen, je nachdem, ob die Frequenz der zu verstärkenden Spannung unveränderbar festliegt oder ob sie in gewissen Grenzen verändert werden darf.

a) Die Frequenz liegt fest. In diesem Fall stellt man die Skalenzeiger beider ASV auf ein und denselben Wert am Anfang oder am Ende der Skala und dreht von hier ausgehend beide Abstimmknöpfe möglichst gleichmäßig durch, bis sich am Instrument des zweiten ASV oder am nachfolgenden Voltmeter ein Ausschlag zeigt. Dann stimmt man den ersten und zweiten ASV wechselseitig fein ab.

b) Die Frequenz darf in einem kleinen Bereich verändert werden. Besteht diese Möglichkeit, so ist das Abstimmen einfacher. Man stellt den ersten ASV bei nicht angeschlossener Eingangsspannung auf die gewünschte Frequenz und stimmt den zweiten

auf das Rauschband des ersten ab (maximaler Ausschlag am Instrument des zweiten ASV). Dann schließt man die Eingangsspannung an und stimmt deren Frequenz am Generator auf die Frequenz der beiden Verstärker ab (maximaler Ausschlag am Instrument des zweiten ASV).

Eine weitere Möglichkeit ist die, den ersten ASV vorübergehend als Sender zu betreiben, auf dessen Skala die gewünschte Frequenz einzustellen und den zweiten ASV darauf abzustimmen. Dann schaltet man den ersten ASV wieder auf Verstärker und stimmt am Generator die Frequenz der zu verstärkenden Spannung auf die der beiden ASV ab. Auch beide ASV soll man gegenseitig fein abstimmen, da beim Umschalten von Sender auf Verstärker oder umgekehrt eine geringfügige Frequenzabweichung eintreten kann. Während der erste ASV als Sender arbeitet, kann die zu verstärkende Spannung ruhig an dessen Eingang belassen werden.

3.3. Bedienung bei Verwendung als Modulator

Verwendet man den ASV als Modulator, so bleiben seine Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten als Verstärker trotzdem voll erhalten. Die zu verstärkende und zu modulierende Eingangsspannung schließt man über ein 60-Ω-Kabel mit Dezifix-Stecker an den Eingang an. Der Betriebsartenschalter wird entweder in die Stellung „Eigenmod. 1000 Hz" oder „Fremdmod." gebracht, und anschließend wird der ASV auf die Frequenz der zu messenden Eingangsspannung abgestimmt. Um günstige Modulationseigenschaften zu erreichen, soll die Eingangsspannung $>$ 50 mV sein.

3.3.1. Modulationsfrequenz und Modulationsgrad

Wählt man die Stellung „Eigenmod. 1000 Hz", so erscheint bei unmodulierter Eingangsspannung die verstärkte Spannung am Ausgang mit einer Amplitudenmodulation von etwa 1000 Hz. Die Modulationsspannungsquelle ist im ASV eingebaut.

In der Stellung „Fremdmod." erfolgt die Modulation der zu verstärkenden Spannung in der gleichen Weise. Jedoch ist es dabei erforderlich, in die Buchsen „Fremdmodulation" eine aus einer fremden Quelle stammende Spannung einzuspeisen. Die Frequenz dieser Fremdmodulationsspannung kann zwischen 20 Hz und 30 kHz liegen. Der Modulationsspannungsbedarf beträgt etwa 50 mV/%.

Sowohl bei Eigen- als auch bei Fremdmodulation kann der Modulationsgrad mit dem eingebauten Instrument gemessen werden. Man bringt den Meßbereich-Schalter in die Stellung „Mod.-Grad (%) 10 V (1000 Hz)". Das Instrument zeigt dann direkt den Modulationsgrad an. Er kann auf dem untersten Skalenbogen, der von 0 bis 100% ge-

eicht ist, abgelesen werden. Die Einstellung des Modulationsgrades erfolgt sowohl bei Eigenmodulation als auch bei Fremdmodulation mit dem Knopf „Mod.-Grad 1000 Hz". Im Falle der Fremdmodulation kann der Modulationsgrad außerdem noch durch Verändern der Ausgangsspannung der Modulationsspannungsquelle eingestellt werden.

3.4. Bedienung bei Verwendung als Demodolator

Speist man in den Eingang eine amplitudenmodulierte Spannung ein, so erscheint diese verstärkt am Ausgang des ASV. Durch eine Kristalldiode wird die verstärkte Spannung demoduliert. Die auf diese Weise gewonnene Modulationsspannung kann den Buchsen „Richtspannung" entnommen werden. Sie entspricht verstärkt und unverzerrt der ursprünglichen Modulationsspannung am Eingang des ASV, solange dieser nicht über seinen linearen Verstärkungsbereich hinaus ausgesteuert wird (Abschn. 2.6. und 3.2.4.). Die Richtspannung kann gleichzeitig mit der Ausgangsspannung durch den Ausgangsspannungsteiler in ihrer Größe verändert werden. Eine getrennte Einstellung von Ausgangs- und Richtspannung ist nicht möglich. Durch entsprechende Geräte (an den Buchsen „Richtspannung" angeschlossen) kann die Modulation z. B. abgehört, durch einen NF-Verstärker weiterverstärkt, oszillografiert oder analysiert werden. Der Richtspannungsausgang hat einen Innenwiderstand von etwa 10 kΩ.

3.5. Bedienung bei Verwendung als Frequenzmesser

Im Abschn. 2.8. wurde die Verwendung des ASV als Grobfrequenzmesser und als Hilfsmittel zur Präzisions-Frequenzmessung beschrieben. Die Bedienung des Gerätes ist in beiden Fällen gleich. Die Spannung, deren Frequenz gemessen werden soll, wird in den Eingang des ASV eingespeist. Als Betriebsart wählt man „Verstärker unmoduliert". Den Ausgangsspannungsteiler dreht man entweder so weit auf, daß das Instrument einen geringfügigen Ausschlag zeigt oder, wenn dies nicht der Fall ist, stellt man ihn an den rechten Anschlag. Hierauf wird der ASV auf die Frequenz der Eingangsspannung abgestimmt (max. Zeigerausschlag am Instrument), wobei man die Empfindlichkeit des Instrumentes, wenn nötig, wieder so weit verringert, daß der Vollausschlag nicht überschritten wird. Den Meßbereich des Instrumentes wählt man entsprechend. Nach erfolgter Abstimmung kann die Frequenz an der großen Skala abgelesen werden. Die Genauigkeit beträgt ungefähr ± 2%.

Enthält die zu untersuchende Spannung nicht eine Frequenz, sondern ein Spektrum, so machen sich beim Durchdrehen der Frequenzskala mehrere Ausschläge des Instrumentes bemerkbar. Da normalerweise bei derartigen Spektren die Grundfrequenz mit erheblich höherer Amplitude vorhanden ist als die Harmonischen, verrät sich diese

durch den größten der Ausschläge, wenn während der Messung an der Empfindlichkeit des Instrumentes nichts geändert wird. Reicht die Genauigkeit von ±2% für den beabsichtigten Zweck aus, so kann das Gerät direkt verwendet werden. In Verbindung mit einem Präzisionsfrequenzmesser kann der ASV als Grobfrequenzmesser dienen, d. h., er gestattet hierbei auf einfache Weise die Ordnungszahl der angewandten Harmonischen zu bestimmen.

3.6. Bedienung bei Verwendung als Analysator

In der Betriebsart „Verstärker" kann der ASV auch als behelfsmäßiger Analysator Verwendung finden. Hierzu speist man die zu untersuchende Spannung wie üblich über ein 60-Ω-Kabel mit Dezifix-Stecker in den ASV ein. Ist der Innenwiderstand der Spannungsquelle nicht definiert, so schaltet man ein 10-db-Dämpfungsglied mit $Z = 60\,\Omega$ ein. Auch der ASV-Ausgang muß entweder durch einen 60-Ω-Widerstand oder ein angeschlossenes Gerät mit 60 Ω Eingangswiderstand abgeschlossen werden.

Den Ausgangsspannungsteiler stellt man an den rechten Anschlag und dreht den Zeiger der Frequenzskala von der tiefsten Frequenz nach höheren Frequenzen hin durch. Der erste Ausschlag des Instrumentes ist im allgemeinen der größte, weil er der Amplitude der Grundwelle entspricht. An dieser Stelle der Frequenzskala, d. h. bei Resonanz des ASV mit der Grundwelle der zu untersuchenden Spannung, stellt man nun den Zeiger des Instrumentes mit dem Ausgangsspannungsteiler auf Vollausschlag oder einen definierten Wert. Dann dreht man den Zeiger der Frequenzskala nach höheren Werten. Bei jeder auftretenden Harmonischen oder auch bei vorhandenen Seitenbändern zeigt das Instrument einen Zeigerausschlag, der der jeweiligen Amplitude entspricht. Um das quantitative Verhältnis der Harmonischen zur Grundwelle feststellen zu können, darf natürlich während dieser ganzen Messung der Verstärkungsfaktor nicht verändert werden.

Harmonische, deren Amplituden am Ausgang des ASV unter etwa 10 mV liegen, können ihrer Kleinheit wegen nicht mehr gemessen werden. Um auch diese Harmonischen zu erfassen, kann man ein anderes Verfahren anwenden. Hierzu schaltet man zwischen die Quelle, der die zu messende Spannung entstammt, und den ASV eine Eichleitung. Dann sucht man auf die vorher beschriebene Weise die Grundwelle, schaltet eine möglichst hohe Dämpfung ein und stellt den Zeiger des Instrumentes mit dem Ausgangsspannungsteiler auf einen definierten Wert in der Nähe des Vollausschlages. Die Amplitude der Spannungsquelle kann auf diese Weise größer sein als ohne Eichleitung. Nun verstimmt man die Frequenzskala des ASV so weit, daß der Instrumentausschlag verschwindet, schaltet an der Eichleitung die Dämpfung aus und sucht auf der Frequenz-

skala des ASV die erste Harmonische bzw. das erste Seitenband. Durch Einschalten einer entsprechenden Dämpfung an der Eichleitung bringt man nun den Ausschlag des ASV-Instrumentes auf denselben Wert wie vorher bei der Grundwelle. Der Unterschied der beiden Stellungen der Eichleitung gibt das Verhältnis von Grundwelle zur ersten Oberwelle bzw. zum ersten Seitenband an. Da sich aber der Verstärkungsfaktor etwas mit der Frequenz ändert, ist für genauere Messungen eine Korrektur mittels einer Eichkurve nötig, wie sie im folgenden Beispiel gezeigt wird. Die Eichkurve kann nach Abschnitt 3.2.4.1. aufgenommen werden.

In der gleichen Weise können nun sämtliche vorhandenen Harmonischen bis zu 300 MHz nacheinander aufgesucht und ihr Verhältnis zur Grundwelle ermittelt werden. Bei diesen Messungen muß auch die höchste vorkommende Amplitude noch im linearen Verstärkungsbereich liegen. Ein Beispiel: Spannung der Quelle $U = 0{,}5$ V, Frequenz $f = 50$ MHz. Nach dem Abstimmen auf 50 MHz wird am ASV der 250-mV-Bereich und an der Eichleitung eine Dämpfung von $a_1 = 48$ db eingeschaltet. Die Eingangsspannung ist dann

$$U_e = 0{,}5 \cdot 10^{-\frac{48}{20}} = 2 \text{ mV}.$$

Aus der Eichkurve Bild 15 ist ersichtlich, daß für 50 MHz der Verstärkungsfaktor 44,7 db beträgt. Das Instrument würde also bei voll aufgedrehtem Ausgangsspannungsteiler einen Wert von 346 mV zeigen; der Bereich geht jedoch nur bis 250 mV. Man wird nun entweder durch Herabsetzen der Amplitude der Spannungsquelle oder durch Zurückdrehen des Ausgangsspannungsteilers 250 mV, also Vollausschlag, einstellen. Nun stimmt man den ASV auf 100 MHz ab und verringert gleichzeitig die Eichleitungsdämpfung, bis ein gut beobachtbarer Zeigerausschlag das Maximum erkennen läßt. Dann wird die Dämpfung der Eichleitung so eingestellt, daß das ASV-Instrument wie vorher Vollausschlag zeigt. Dabei ergäbe sich z. B. der Wert $a_2 = 26$ db.

Die nach Abschn. 3.2.4.1. aufgenommene Eichkurve (in diesem Beispiel ist die in Bild 15 dargestellte Kurve verwendet) zeigt für 50 MHz ein $V = 44{,}7$ db, für 100 MHz ein $V = 42{,}7$ db. Der Verstärkungsfaktor ist also bei 100 MHz um 2 db kleiner als bei 50 MHz (44,7 db – 42,7 db = 2 db). Wäre der Verstärkungsfaktor konstant, so hätte eine um 2 db größere Dämpfung in der Eichleitung bleiben müssen, um wieder Vollausschlag zu erzielen. Somit ergibt sich ein korrigierter Wert

$$a_2 = 26 \text{ db} + 2 \text{ db} = 28 \text{ db}.$$

Der Unterschied zwischen Grund- und erster Oberwelle beträgt also

$$a_1 - a_2 = 48 \text{ db} - 28 \text{ db} = 20 \text{ db}.$$

3.7. Bedienung bei Verwendung als Spannungsquelle

3.7.1. VHF-Spannungsquelle

Wird der ASV als Spannungsquelle eingesetzt, so stellt man den Betriebsartenschalter (je nach Meßaufgabe) auf eine der drei „Sender"-Stellungen. In der Stellung „unmoduliert" liefert der ASV an seinem Ausgang eine unmodulierte Spannung von maximal 3 V an 60 Ω mit der an der Skala eingestellten Frequenz. Das eingebaute Instrument zeigt diese Ausgangsspannung (Klemmenspannung), wenn der Bereichschalter auf „5 V (VHF)" oder „250 mV (VHF)" steht. Es können Spannungen zwischen 50 mV und 5 V abgelesen werden. Die gewünschte Ausgangsspannung läßt sich mit dem Ausgangsspannungsteiler einstellen, wobei die unterste Grenze bei etwa 5 mV liegt. Zur Herstellung definierter kleiner Spannungen verwendet man Dämpfungsglieder oder eine Eichleitung mit $Z = 60\ \Omega$, wodurch gleichzeitig der Spannungsquelle ein genauer Innenwiderstand gegeben wird.

Die Ausgangsspannung läßt sich modulieren entweder durch die im ASV eingebaute oder durch eine außen anzuschließende fremde Modulationsspannungsquelle. Der Betriebsartenschalter ist hierfür in die entsprechende Stellung zu bringen. Die Einstellung und Messung des Modulationsgrades bei Eigen- und bei Fremdmodulation und die Einspeisung der Fremdmodulationsspannung geschieht im Senderbetrieb in der gleichen Weise wie bei der Verwendung des ASV als Modulator (Abschnitt 3.3.).

Der ASV-Eingang kann entweder offen sein oder an einer Spannung liegen, denn im Senderbetrieb wird eine eventuell angeschlossene Eingangsspannung durch einen Relaiskontakt vom Gitter der ersten Röhre abgetrennt. Der Übergang von Verstärker auf Senderbetrieb und umgekehrt kann somit durch einfaches Umschalten erfolgen; ein Ab- und Wiederanklemmen der Eingangsspannung ist nicht notwendig.

3.7.2. Tonfrequenz-Spannungsquelle

In den 4 Stellungen „Verstärker unmoduliert", „Verstärker Eigenmod. 1000 Hz", „Sender unmoduliert 1000 Hz" und „Sender Eigenmod. 1000 Hz" des Betriebsartenschalters liegt die vom eingebauten RC-Generator erzeugte Spannung am „1000-Hz-Ausgang". So kann der ASV auch als Tonfrequenz-Spannungsquelle eingesetzt werden, wenn hierbei die feste Frequenz von 1000 Hz genügt, beispielsweise zur Speisung einer Brücke oder zur Modulation eines Meßsenders. Den kleinsten Klirrfaktor erhält man in den zwei Stellungen „Verstärker unmoduliert" und „Sender unmoduliert 1000 Hz". Der Innenwiderstand des „1000-Hz-Ausgangs" beträgt 600 Ω. Zur Regelung der Ausgangsspannung (EMK = 0 . . . 10 V) dient der Knopf „Mod.-Grad 1000 Hz". Bringt man den Schalter unter dem

Instrument in die Stellung „Mod.-Grad (%) 10 V (1000 Hz)", so mißt das eingebaute Instrument die EMK (Leerlauf-Ausgangsspannung). Abgelesen wird an der von 0 . . . 100% geeichten Skala, wobei z. B. 10% = 1 V und 100% = 10 V EMK entspricht. Die tatsächliche Ausgangsspannung U (Klemmenspannung) ist natürlich (wegen des Innenwiderstandes) vom äußeren Belastungswiderstand R_a abhängig. Sie ergibt sich aus

$$U = EMK \frac{R_a}{600 + R_a}$$

Verfügt man über eine 600-Ω-Eichleitung, beispielsweise über unsere Type DPR BN 18022, so lassen sich hiermit auch sehr kleine definierte 1000-Hz-Spannungen herstellen.

3.8. Frequenzumsetzung mit Hilfe des Misch- und Verzerrerkopfes BN 13721

Über die vielen Möglichkeiten, die dieser Kopf zur Frequenzumsetzung bietet, sei hier nur das Grundsätzliche gesagt. Nähere Einzelheiten gehen aus der zugehörigen Beschreibung hervor. Der Misch- und Verzerrerkopf hat, wie Bild 18 zeigt, 4 Anschlüsse, die entsprechend den nachstehend aufgeführten Betriebsarten als Ein- oder Ausgang betrieben werden.

a) Als Vervielfacher mit Bevorzugung der niedrigen Harmonischen: Hierbei wird die dem Anschluß 1 zugeführte Grundwelle (0,3 . . . 150 MHz) durch die Diode verzerrt, so daß am Anschluß 3 die Harmonischen (0,6 . . . 300 MHz) entnehmbar sind. Die Amplitude der Harmonischen nimmt mit steigender Ordnungszahl ab.

b) Als Vervielfacher mit gleichmäßigerem Spektrum: Die Grundwelle (3 . . . 150 MHz) wird dem Anschluß 1 zugeführt, die Harmonischen dem Anschluß 4 entnommen. Man erhält hierbei ein gleichmäßigeres Spektrum, da die tieferen Harmonischen, also die der Grundwelle näherliegenden Frequenzen, gedämpft werden. Mit dieser Anordnung kann man auch die Ausgangsfrequenzen (30 . . . 300 MHz) des ASV vervielfachen, wobei dem Anschluß 4 die Harmonischen bis 1000 MHz hinauf entnehmbar sind. In beiden Fällen ist es vorteilhaft, den Anschluß 3 kurzzuschließen.

c) Als Mischer zur Erzeugung tiefer Mischfrequenzen: Eine Frequenz (> 300 kHz) wird dem Anschluß 1 zugeführt, die zweite (> 2 MHz) dem Anschluß 3. Hiermit erhält man am Anschluß 2 die tiefen Mischfrequenzen (0 . . . 1 MHz). Die Schwebungslücke, z. B. für einen Frequenzvergleich, läßt sich akustisch (über einen Verstärker) feststellen.

d) Als Mischer zur Erzeugung mittlerer Mischfrequenzen: Hierbei wird eine Frequenz (> 300 kHz) dem Anschluß 1, die andere (0 . . . 30 MHz) dem Anschluß 2 zugeführt. So erhält man am Anschluß 3 die entsprechende Differenzfrequenz (1 . . . 30 MHz).

Alle 4 Anschlüsse dieses Misch- und Verzerrerkopfes sind (wie der Ein- und Ausgang des ASV) mit umrüstbaren 13-mm-Buchsen FMU 90100 ausgerüstet und ab Werk mit Umrüstsätzen FMU 10990 für Kurzhubstecker Dezifix B versehen. Über die Umrüstung der Anschlüsse für andere Steckersysteme gilt das auf Seite 24 unter 3.2.1.3. Gesagte.

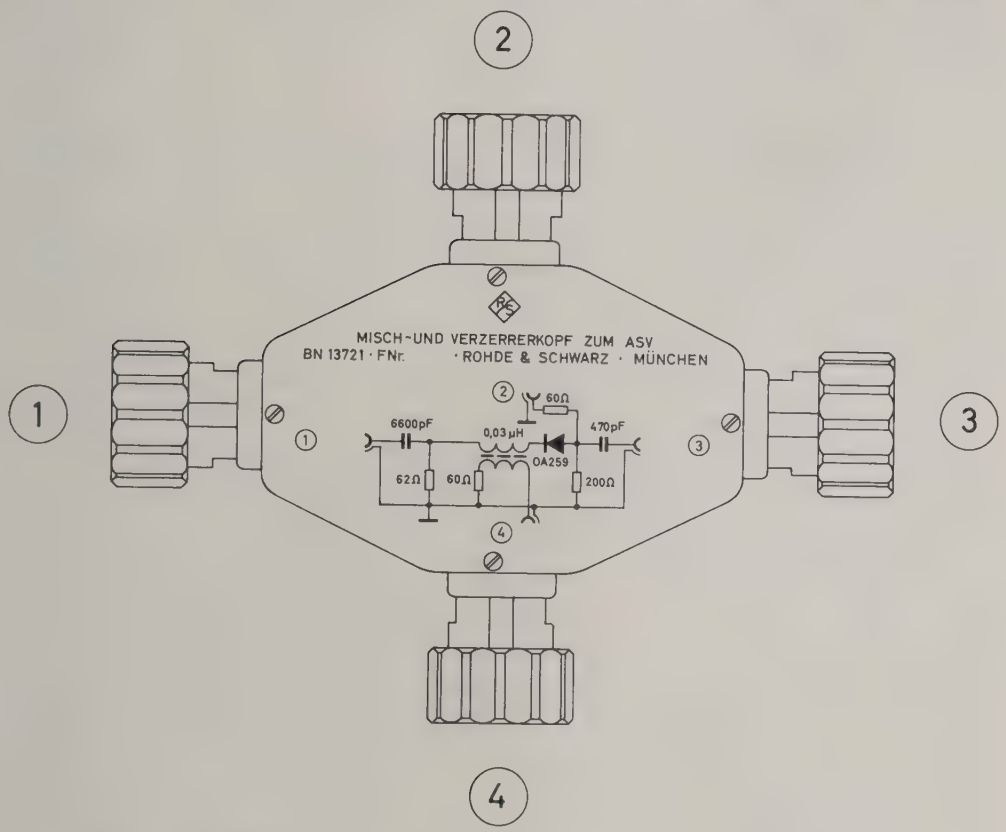


Bild 18. Ausführungsform und Schaltung des Misch- und Verzerrerkopfes BN 13721

4. Wirkungsweise

4.1. Als Verstärker

Der ASV ist ein dreistufiger Verstärker, dessen Stufen von den Röhren Rö1, Rö2 und Rö3 gebildet sind. Die Anodenwiderstände dieser 3 Röhren bestehen jeweils aus einem Schwingkreis (L2I – C9I, L2II – C9II und L2III – C9III). Mit dem Abstimmknopf ist bei allen 3 Schwingkreisen sowohl die Induktivität als auch die Kapazität gemeinsam und synchron veränderbar, so daß alle 3 Anodenwiderstände zusammen auf die Frequenz der zu verstärkenden Spannung abgestimmt werden. Durch die gleichzeitige

Abstimmung von L und C wird das breite Frequenzband von 30 bis 300 MHz von einem Bereich erfaßt. Die an den Eingang gelegte Spannung wird über die Kapazität C1, die den Eingang gegen Gleichspannung verriegelt, und über den Relaiskontakt al an das Gitter der ersten Röhre gebracht. Die Verstärkung der 3 Stufen beträgt ungefähr 40 db. Vom Anodenwiderstand der dritten Röhre wird die verstärkte Spannung über C25 in den Ausgangsspannungsteiler gekoppelt, der die am Ausgang vorhandene Spannung einzustellen gestattet.

Die Kristalldiode Gl1, die unmittelbar vor dem Ausgang liegt, richtet die Spannung gleich. Die Richtspannung wird zur Messung der Ausgangsspannung mit dem Instrument I1 verwendet. Außerdem kann sie dem Ausgang „Richtspannung" entnommen werden. Wenn die zu verstärkende Spannung amplitudenmoduliert ist, wird sie durch die Kristalldiode Gl1 demoduliert, und am Richtspannungsausgang steht in diesem Fall die Modulationsfrequenz zur Verfügung. Die NF-Spannung ist jedoch nur dann unverzerrt vorhanden, wenn die Eingangsspannung $\leqq$ 10 mV ist. Bei höheren Eingangsspannungen arbeitet die letzte Stufe des Verstärkers im C-Betrieb, wodurch eine Begrenzung einsetzt, welche die über die angegebene Spannungsgrenze hinausragenden Amplituden (z. B. Modulationsspitzen) in der Verstärkung stark benachteiligt.

4.2. Als VHF-Spannungsquelle

Bringt man den Betriebsartenschalter S1I – II – III in eine der drei Stellungen „Sender", so wird durch S1II das Relais RsA eingeschaltet, und die beiden Relaiskontakte al und all legen sich in die andere als im Stromlauf gezeichnete Stellung. Hierbei wird durch den Kontakt al die Eingangsspannung vom Gitter der Röhre Rö1 abgetrennt und gleichzeitig über den Kondensator C7 und die Kontakte al und all ein Teil der Anodenwechselspannung auf das Gitter zurückgekoppelt. Dadurch erregt sich die erste Röhre mit der durch den Anodenschwingkreis bestimmten Frequenz und bildet somit den Oszillator eines Senders, dessen Spannung in den nachfolgenden 2 Stufen verstärkt wird.

4.3. Als Modulator

Die Modulation der Ausgangsspannung erfolgt mit der Schirmgitterspannung der Röhre Rö3. Während in den zwei Schalterstellungen „unmoduliert" die Schalterebene S1III die stabilisierte Gleichspannung an das Schirmgitter legt, wird im modulierten Betrieb diese Spannung durch eine Gleichspannung ersetzt, der durch den Modulationsverstärker die Modulationsspannung überlagert wird. Da die Modulation erst in der dritten Stufe erfolgt, beeinflußt sie im Falle des Senderbetriebes den Oszillator praktisch überhaupt nicht, so daß die Störfrequenzmodulation der am ASV-Ausgang verfügbaren amplitudenmodulierten Spannung vernachlässigbar klein ist.

Die Spannung zum Ansteuern des Modulationsverstärkers liefert der RC-Generator Rö7. Das erste System dieser Röhre wirkt als Schwingstufe, das zweite als Phasenumkehrstufe. Die Wien-Brücke mit den Widerständen R35 – R36 – R37 – R39 und den Kondensatoren C41 – C42 bestimmt die Frequenz 1000 Hz. Aus der Anode der Phasenumkehrstufe wird die Spannung über C 44 in die Wien-Brücke zurückgekoppelt. R37 ist ein selbstregelnder Widerstand, der dafür sorgt, daß die verbleibende Brücken-Diagonalspannung, mit der das System 1 von Rö7 angesteuert wird, konstant bleibt.

Die Schalterebene S1I legt wahlweise die vom RC-Generator gelieferte Spannung mit f = 1000 Hz oder die in die Buchsen „Fremdmodulation" eingespeiste Spannung mit f = 30 . . . 30 000 Hz an den Spannungsteiler R45, mit dem die Höhe der Verstärker-Eingangsspannung verändert und damit der Modulationsgrad eingestellt werden kann.

Um den Modulationsklirrfaktor klein zu halten, ist der Modulationsverstärker gegengekoppelt. Die Gegenkopplungsspannung entstammt der Anode der Röhre Rö3. Durch das Siebglied C27 – R17 – C28 wird die VHF-Spannung ausgesiebt, so daß nur noch die Modulationsspannung an das Gitter kommt und die Gegenkopplung bewirkt. In den Stellungen „Verstärker unmoduliert" und „Sender unmoduliert 1000 Hz" des Schalters S1 wird die NF-Spannung des zweiten Systems von Rö8 über R55 – C48 – S1IV an die Katode des ersten Systems von Rö8 geführt und so eine Gegenkopplung erzeugt, daß der Klirrfaktor der 1000-Hz-Ausgangsspannung sehr klein ist.

Die Modulationsspannung wird am Ausgang des Modulationsverstärkers durch R62–R63 geteilt, von den Kristalldioden Gl3–Gl4 gleichgerichtet und vom Instrument I1 angezeigt, wenn der Schalter S2 in Stellung „Mod.-Grad (%)" steht. Da der Modulationsgrad dieser Spannung proportional ist, kann das Instrument in % Modulationsgrad geeicht sein. Die Anzeige des Modulationsgrades durch das Instrument gilt sowohl bei Eigen- als auch bei Fremdmodulation.

4.4. Stromversorgungsteil

Die Versorgung sämtlicher Röhren mit den erforderlichen Anoden- und Schirmgitterspannungen sowie der notwendigen Heizleistung erfolgt aus dem Netzteil des Gerätes. Der Netztransformator hat primärseitig 4 Anzapfungen, die an den Spannungswähler geführt sind. Durch Einsetzen der Sicherung Si1 in das entsprechend beschriftete Federnpaar des Spannungswählers S3 wird die für die gegebene Netzspannung geeignete Anzapfung gewählt. Das Gerät kann mit den Spannungen 115 V, 125 V, 220 V und 235 V betrieben werden. Der Schalter S1IV trennt in der Stellung „Aus" das Gerät doppelpolig vom Netz. Die Siebglieder D16 – D17 sowie die Hochfrequenz-

drosseln L7 – L8 – L9 sorgen dafür, daß keine VHF-Spannung aus dem Gerät in das Netz gelangen kann.

Die Heizung der drei Verstärkerröhren Rö1 . . . Rö8 wird aus der Sekundärwicklung 5–6 des Netztransformators gespeist. Die Heizspannung für die Röhre Rö4 liefert die Wicklung 3 – 4, diejenige für die Röhren Rö5 – Rö7 – Rö8 die Wicklung 7 – 8.

Der Frequenz- und Amplitudenkonstanz wegen werden die Anoden- und Schirmgitterspannungen sämtlicher Röhren von einer stabilisierten Spannungsquelle geliefert, die aus den Röhren Rö4, Rö5 und Rö6 sowie den dazugehörigen Schaltelementen besteht. Röhren und Schaltelemente bilden einen Regelkreis, in dem Rö4 die Regelstrecke, Rö5 den Regler und das Gitterpotential von Rö4 die Stellgröße darstellt. Eine Änderung der Spannung an der Anode von Rö4, z. B. hervorgerufen durch eine Netzspannungsänderung, kann infolge des Regelvorganges an deren Katode und damit am Verbraucher, worunter hier alle übrigen Röhren zu verstehen sind, nur eine um die Schleifenverstärkung der ganzen Anordnung geringer bleibende Abweichung zur Folge haben. So läßt sich eine Netzspannungsänderung von ±10% auf ±0,1% ausregeln.

5. Röhrenwechsel

Um eine der Röhren auswechseln zu können, löst man die Schrauben an den Frontplattenecken und nimmt das Gerät aus dem Kasten, nachdem man es vorher vom Netz getrennt hat. Es sind nun alle Röhren mit Ausnahme der drei im Hochfrequenzteil befindlichen (Rö1, Rö2 und Rö3) zugänglich. Soll eine von diesen ausgewechselt werden, so muß der Deckel des Hochfrequenzteils (siehe Bild 19) durch Lösen der 14 Befestigungsschrauben entfernt werden. Die Röhren Rö1 bis Rö3 sind dann erreichbar. Die Röhre in der Nähe des Abstimmantriebes ist Rö3, die mittlere Rö2. Beim Wiederaufschrauben des Deckels nach erfolgtem Röhrenwechsel ist darauf zu achten, daß alle 14 Schrauben angezogen werden.

Im allgemeinen erfordert das Auswechseln dieser Röhren keine weiteren Maßnahmen, da die in Abschn. 1.1. angegebenen Fehlergrenzen der Frequenz von ±2% dadurch normalerweise nicht überschritten werden. Es sind jedoch Nachstellmöglichkeiten vorgesehen, falls eine erhöhte Genauigkeit erwünscht ist, oder aber die neue Röhre in ihren Eigenschaften besonders stark von anderen Exemplaren abweichen sollte. Der Nachabgleich wird auf folgende Weise vorgenommen.

a) Nach dem Auswechseln der Röhre Rö1 stellt man die Frequenzskala auf 300 MHz, schaltet auf Senderbetrieb und mißt mit einem entsprechend genauen Frequenzmesser (z. B. mit Type WAM BN 4312/2) die Frequenz am Ausgang. Weicht diese von der an der Skala eingestellten ab, so kann man den Anodenkreis von Rö1 mit dem Trimmer C8, der sich in der Nähe dieser Röhre befindet, nachstellen und damit die Frequenz berichtigen. Es ist zweckmäßig, anschließend auch die Anodenkreise der Röhren Rö2 und Rö3 nachzustellen, wie unter b) beschrieben.

b) Nach dem Auswechseln einer der Röhren Rö2 oder Rö3 stellt man nur den zu der Stufe gehörigen Anodenkreis nach, deren Röhre gewechselt wurde. Hierbei wird der ASV als Verstärker betrieben und in den Eingang eine Spannung < 10 mV eingespeist. Der Ausgang wird mit 60 Ω abgeschlossen und mit dem Trimmer C16 bzw. C24 die vom Instrument angezeigte Spannung auf Maximum gebracht.

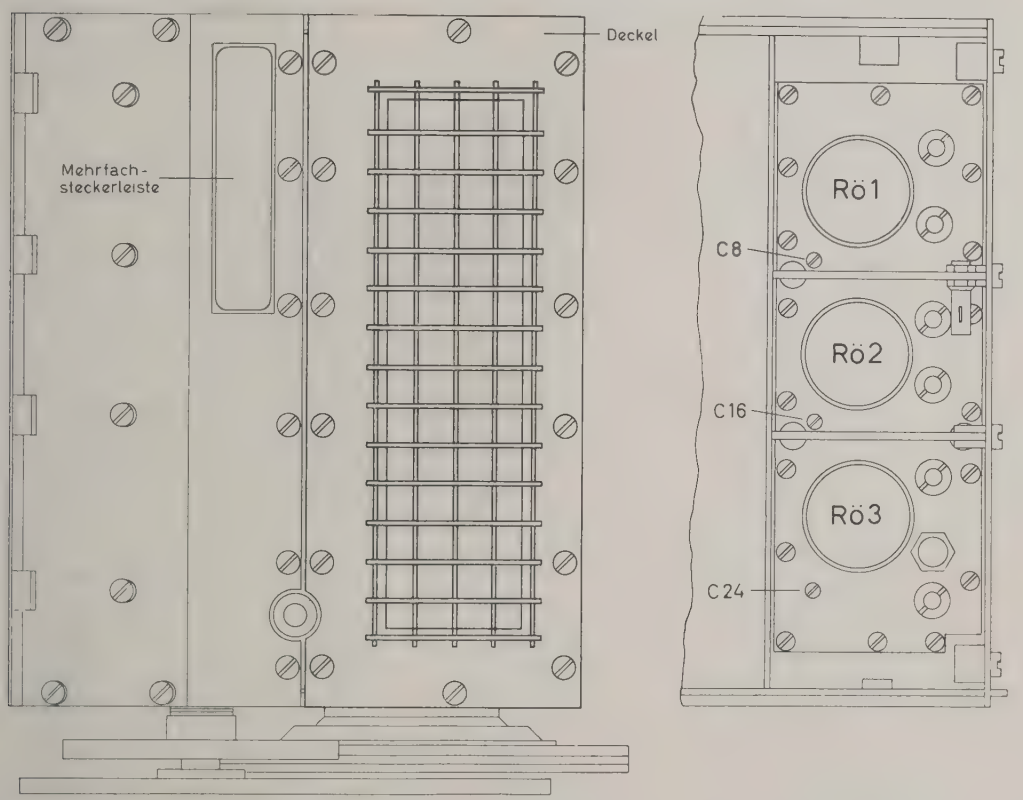


Bild 19. Links: Hochfrequenzteil von oben gesehen; bei Röhrenwechsel Schrauben lösen und Deckel abnehmen; rechts: Lage der Röhren und Trimmer im Hochfrequenzteil

Das Nachstellen der Trimmer C8, C16 und C 24 kann mit einem gewöhnlichen Schraubenzieher bei geöffnetem Deckel erfolgen. Eine Nachprüfung oder Neuaufnahme der

Eichkurven nach Abschn. 3.2.4.1. bzw. 3.2.4.2. ist nach dem Auswechseln einer dieser drei Röhren zu empfehlen.

Wurde eine der Röhren Rö4, Rö5 oder Rö6 ausgewechselt, so läßt sich die Wirksamkeit der Regelung auf einfache Weise prüfen. Man mißt mit einem NF-Millivoltmeter (z. B. mit Type UVN) zwischen Kontakt 4 der in Bild 19 sichtbaren Mehrfachsteckerleiste und Masse die Brummspannung. Bei richtig arbeitender Regelung beträgt diese etwa 2 mV. Arbeitet die Regelung nicht, so steigt die Brummspannung ganz erheblich, etwa auf das Hundertfache an. Die Grenzen, zwischen denen die Regelung arbeitet, lassen sich feststellen, wenn man den ASV hinter einem Regeltransformator betreibt, die Netzspannung nach Plus und Minus ändert und in der vorher beschriebenen Weise die Brummspannung mißt. Überschreitet die Netzspannung nach unten oder oben die Grenzen, innerhalb derer die Regelung arbeitet, so ist dies an dem steilen Anstieg der Brummspannung sofort zu erkennen. Das Auswechseln der Röhren Rö7 und Rö8 erfordert keinerlei weitere Maßnahmen.

6. Schaltteilliste

(ÄZ „i" Nr. 7854)

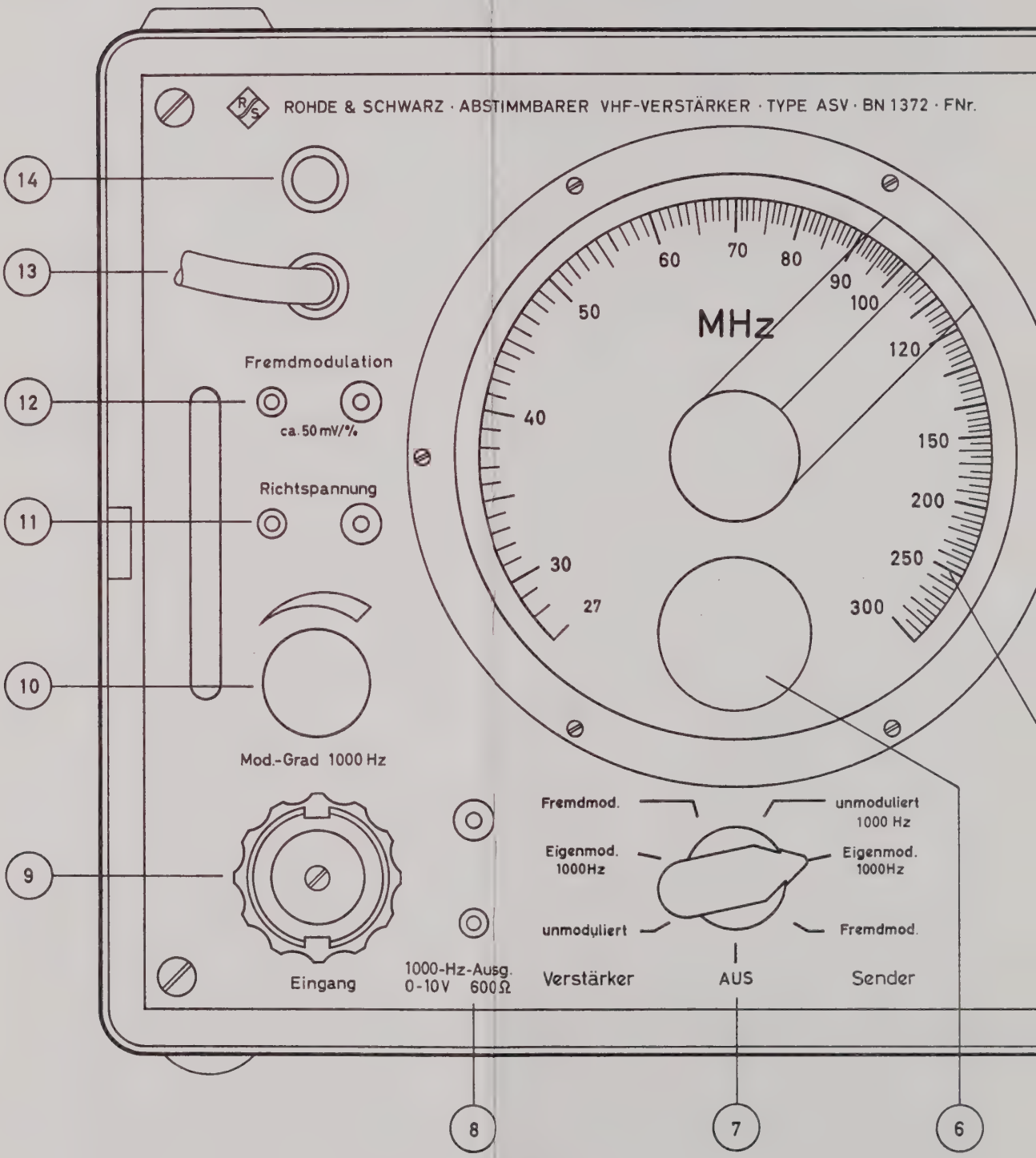
Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	Keramikkondensator	100 pF	CCG 91/100
C 2	Ker. Rohrtrimmer	0,5 . . . 3 pF	CV 7202
C 3	Keramikkondensator	18 pF	CCG 68/18
C 4	Keramikkondensator	18 pF	CCG 68/18
C 5	Keramikkondensator	680 pF	CCG 94/680
C 6	Keramikkondensator	8 pF	CCG 41/8
C 7	Keramikkondensator	5 . . . 6 pF	CCG 41/5
C 8	Trimmer	etwa 1 pF	enth. in 1372 – 1
C 9	Drehkondensator		enth. in 1372 – 1
C 10	Glimmerkondensator	35 pF	enth. in 1372 – 1.16
C 11	Keramikkondensator	1000 pF	CCG 94/1000
C 12	Glimmerkondensator	50 pF	enth. in 1372 – 1.16
C 13	Keramikkondensator	1000 pF	CCG 94/1000
C 14	Keramikkondensator	12 pF	CCG 68/12
C 15	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 16	Trimmer	etwa 1 pF	enth. in 1372 – 1
C 17	Glimmerkondensator	50 pF	enth. in 1372 – 1.11
C 18	Keramikkondensator	1000 pF	CCG 94/1000
C 19	Glimmerkondensator	50 pF	enth. in 1372 – 1.11
C 20	Keramikkondensator	1000 pF	CCG 94/1000
C 22	Ker. Df-Kondensator	50 pF	CFR 2/50
C 23	Ker. Df-Kondensator	50 pF	CFR 2/50
C 24	Trimmer	etwa 1 pF	enth. in 1372 – 1
C 25	Keramikkondensator	220 pF	CCG 91/220
C 26	Glimmerkondensator	42 pF	enth. in 1372 – 1.22
C 27	Ker. Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C 28	Ker. Df-Kondensator	1000 pF/500 V	CFR 1/1000/500
C 30	Keramikkondensator	2 x 220 pF	2 x CCG 91/220 parallel
C 31	Ker. Df-Kondensator	100 pF	CFL 67/100
C 35	Elektrolyt-Kondensator	25 + 25 µF/500 V	CEG 21/25 + 25/500
C 36	Papierkondensator	100 000 pF/400 V	CPK 100 000/400
C 37	Papierkondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C 38	Papierkondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C 41	Kf-Kondensator	1000 pF/125 V	CKD 2/1000/125
C 42	Kf-Kondensator	1000 pF/125 V	CKD 2/1000/125

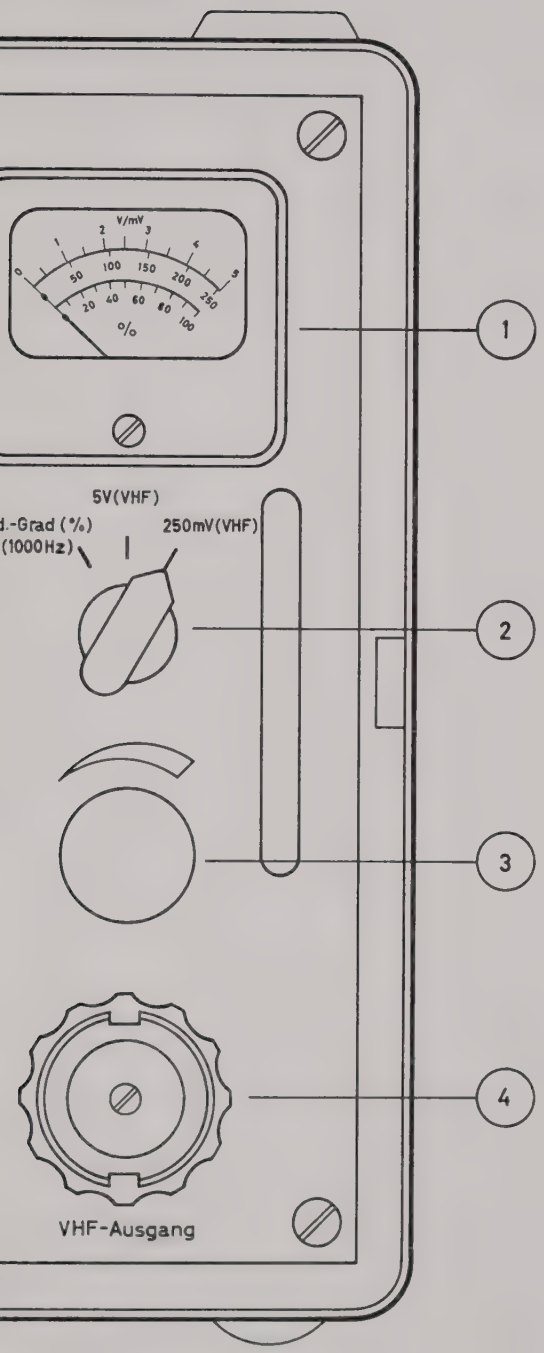
Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 43	Papierkondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C 44	Papierkondensator	250 000 pF/250 V	CPK 250 000/250
C 46	Papierkondensator	250 000 pF/250 V	CPK 250 000/250
C 47	Papierkondensator	25 000 pF/250 V	CPK 25 000/250
C 48	Papierkondensator	250 000 pF/250 V	CPK 250 000/250
C 49	MP-Kondensator	1 µF/160 V	CMR 1/160/2
C 50	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250/2
C 51	Keramikkondensator	10 pF	CCH 31/10
D 1	Df-Filter		DFP 13501
D 2	Df-Filter		DFP 13501
D 3	Df-Filter		DFP 13501
D 4	Df-Filter		DFP 13501
D 5	Df-Filter		DFP 13501
D 6	Df-Filter		DFP 13501
D 7	Df-Filter		DFP 13501
D 8	Df-Filter		DFP 13501
D 9	Df-Filter		DFP 13501
D 10	Df-Filter		DFP 13501
D 11	Df-Filter		DFP 13501
D 16	Df-Filter		DPF 14502
D 17	Df-Filter		DPF 14502
Gl 1	Kristall-Diode		GK 2501
Gl 2	Netzgleichrichter	2x360V/85 mA	GN 19/720/85 M
Gl 3	Kristall-Diode		GK 2551
Gl 4	Kristall-Diode		GK 2551
I 1	Drehspul-Strommesser	20 µA	INS 10410 mit Skala nach 1372 – 4.4
K 1	Anschlußkabel		LKA 08031
K 2	HF-Kabel		LKK 61900
K 3	HF-Kabel		LKK 91600
K 4	HF-Kabel		LKK 61900
K 5	HF-Kabel		LK 125/1
K 6	HF-Kabel		LKK 92220
K 7	HF-Kabel		LKK 92220
K 8	HF-Kabel		LKK 92220
K 9	HF-Kabel		LKK 92220
K 10	HF-Kabel		LKK 92220
K 11	HF-Kabel		LKK 92220
K 12	HF-Kabel		LKK 92220

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
K 13	HF-Kabel		LKK 92220
K 14	Leitung, geschirmt		LFA 03022
K 15	HF-Kabel		LKK 92220
K 16	HF-Kabel		LKK 92220
K 17	HF-Kabel		LKK 92220
L 1	Spule		1372 – 1.53
L 2	Variometer		enth. in 1372 – 1
L 3	Spule		1372 – 1.54
L 5	Drossel		DUF 411/200
L 6	Drossel		DUF 411/200
L 7	Drossel		1372 – 3.7
L 8	Drossel		1372 – 3.7
L 9	Drossel		1372 – 3.7
R 1	Schichtwiderstand	2 x 10 Ω/0,1 W	2 x WF 10/0,1 parallel
R 2	Schichtwiderstand	125 Ω/0,1 W	WF 125/0,1
R 3	Schichtwiderstand	16 kΩ 0,1 W	WF 16 k/0,1
R 4	Schichtwiderstand	40 Ω/0,1 W	WF 40/0,1
R 5	Schichtwiderstand	40 kΩ/1 W	WFO 40 k/1
R 6	Schichtwiderstand	500 Ω/0,5 W	WFO 500/0,5
R 7	Drahtwiderstand	2,5 kΩ/2 W	WD 2,5 k/2
R 8	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,1 W	WF 30 k/0,1
R 9	Schichtwiderstand	2 x 10 Ω/0,1 W	2 x WF 10/0,1 parallel
R 10	Schichtwiderstand	40 Ω/0,1 W	WF 40/0,1
R 11	Schichtwiderstand	200 Ω/0,5 W	WFO 200/0,5
R 12	Drahtwiderstand	2,5 kΩ/2 W	WD 2,5 k/2
R 13	Schichtwiderstand	12,5 kΩ/0,1 W	WF 12,5 k/0,1
R 14	Schichtwiderstand	2 x 10 Ω/0,1 W	2 x WF 10/0,1 parallel
R 15	Schichtwiderstand	60 Ω/0,1 W	WF 60/0,1
R 16	Schichtwiderstand	1 kΩ/1 W	WFO 1 k/1
R 17	Schichtwiderstand	800 Ω/0,5 W	WF 800/0,5
R 18	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,1 W	WF 1 k/0,1
R 19	Schichtwiderstand	100 Ω/0,1 W	WF 100/0,1
R 20	Schichtwiderstand	250 Ω/0,5 W	WF 250/0,5
R 21	Schichtwiderstand	12,5 kΩ/0,25 W	WF 12,5 k/0,25
R 24	Schicht-Drehwiderstand	60 Ω	WSH 23/60
R 25	Schichtwiderstand	200 kΩ/0,25 W	WF 200 k/0,25
R 26	Drahtwiderstand	5 kΩ/12 W	WD 5 k/12
R 27	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,25 W	WF 1 M/0,25
R 28	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 29	Schichtwiderstand	3 Ω/0,25 W	WF 3/0,25
R 30	Schichtwiderstand	80 kΩ/0,25 W	WF 80 k/0,25
R 31	Schichtwiderstand	1,8 MΩ ± 1%/0,25 W	WF 1,8 M/1/0,25
R 32	Schichtwiderstand	25 kΩ/0,25 W	WF 25 k/0,25
R 33	Schichtwiderstand	1,25 MΩ ± 1%/0,25 W	WF 1,25 M/1/0,25
R 35	Schichtwiderstand	160 kΩ/0,25 W	WF 160 k/0,25
R 36	Schichtwiderstand	160 kΩ/0,1 W	WF 160 k/0,1
R 37	Heißleiter	50 kΩ	WHN 635/50 k/1
R 38	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,1 W	WF 1 k/0,1
R 39	Schichtwiderstand	2 kΩ/0,25 W	WF 2 k/0,25
R 40	Schichtwiderstand	160 kΩ/0,25 W	WF 160 k/0,25
R 41	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,1 W	WF 1 k/0,1
R 42	Schichtwiderstand	200 kΩ/0,1 W	WF 200 k/0,1
R 43	Schichtwiderstand	300 Ω/0,25 W	WF 300/0,25
R 44	Schichtwiderstand	8 kΩ/1 W	WF 8 k/1
R 45	Schicht-Drehwiderstand	100 kΩ lin.	WS 7126/100 k
R 50	Schichtwiderstand	2 kΩ/0,25 W	WF 2 k/0,25 W
R 51	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,25 W	WF 10 k/0,25
R 53	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,25 W	WF 5 k/0,25
R 54	Schichtwiderstand	60 kΩ/0,25 W	WF 60 k/0,25
R 55	Schichtwiderstand	160 kΩ/0,25 W	WF 160 k/0,25
R 56	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,1 W	WF 1 k/0,1
R 57	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,1 W	WF 1 M/0,1
R 58	Schichtwiderstand	500 Ω/0,25 W	WF 500/0,25
R 59	Schichtwiderstand	10 kΩ/1 W	WF 10 k/1
R 60	Schichtwiderstand	200 Ω/0,25 W	WF 200/0,25
R 61	Schichtwiderstand	16 kΩ/0,25 W	WF 16 k/0,25
R 62	Schichtwiderstand	300 kΩ/0,25 W	WF 300 k/0,25
R 63	Schichtwiderstand	16 kΩ/0,25 W	WF 16 k/0,25
R 64	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,25 W	WF 50 k/0,25
R 65	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,25 W	WF 30 k/0,25
R 66	Schichtwiderstand	300 kΩ/0,25 W	WF 300 k/0,25
R 67	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,25 W	WF 5 k/0,25
R 68	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,25 W	WF 10 k/0,25
R 69	Schichtwiderstand	250 kΩ/0,25 W	WF 250 k/0,25
R 70	Schichtwiderstand	400 kΩ/0,25 W	WF 400 k/0,25
R 71	Schicht-Drehwiderstand	10 kΩ lin.	WS 9122 F/10 k

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 72	Schicht-Drehwiderstand	50 kΩ lin.	WS 9122 F/50 k
R 73	Schicht-Drehwiderstand	1 kΩ lin.	WS 9122 F/1 k
Rl 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210
Rö 1	Pentode		E 180 F
Rö 2	Pentode		E 180 F
Rö 3	Pentode		E 180 F
Rö 4	Pentode		PL 81
Rö 5	Pentode		EF 80
Rö 6	Stabilisator		85 A 2
Rö 7	Doppel-Triode		E 88 CC
Rö 8	Doppel-Triode		E 88 CC
RsA	Relais		RSS 130048
S1 I...IV	Kleinstufenschalter		SRW 07410
S1 V	Gabel-Kippschalter		SR 134
S 2	Kleinstufenschalter		SRP 11130
S 3	Spannungswähler		FD 60513
Si1	Schmelzeinsatz	0,6 A (für 220 . . . 235 V)	0,6 C DIN 41571
Tr1	Netztransformator		1372 – 3.2
Tr2	Modulationstransformator		1372 – 2.3


ROHDE & SCHWARZ · ABSTIMMBARER VHF-VERSTÄRKER · TYPE ASV · BN 1372 · FNr.
14
13
12
11
10
9
8
7
6
Fremdmodulation
ca. 50 mV/%
Richtspannung
Mod.-Grad 1000 Hz
Eingang
1000-Hz-Ausg.
0-10V 600Ω
MHz
27
30
40
50
60
70
80
90
100
120
150
200
250
300
Fremdmod.
unmoduliert
1000 Hz
Eigenmod.
1000Hz
Eigenmod.
1000Hz
unmoduliert
Fremdmod.
Verstärker
AUS
Sender



1 Instrument zur Anzeige der Ausgangsspannung mit den Bereichen 0 . . . 5 V (obere Skala) und 0 . . . 250 mV (mittlere Skala) und zur Anzeige des Modulationsgrades mit dem Bereich 0 . . . 100% (untere Skala).

2 Meßbereichschalter des Instrumentes mit den drei Stellungen
Mod.-Grad (%) 10 V (1000 Hz),
5 V (VHF),
250 mV (VHF).

3 Spannungsteiler des VHF-Ausgangs.

4 Ausgang, 0 . . . 3 V an 60 Ω.

5 Frequenzskala.

6 Einstellknopf der Frequenzskala.

7 Betriebsartenschalter mit den 7 Stellungen von unten nach rechtsherum:
1) Aus (Netz aus)
2) Verstärker unmoduliert
3) Verstärker Eigenmod. 1000 Hz
4) Verstärker Fremdmod.
5) Sender unmoduliert. 1000 Hz
6) Sender Eigenmod. 1000 Hz
7) Sender Fremdmod.

8 1000-Hz-Ausgang, 0 . . . 10 V, 600 Ω.

9 Eingang.

10 Knopf zur Regelung des Modulationsgrades und der Spannung des 1000-Hz-Ausgangs.

11 Ausgang der Richtspannung.

12 Eingang der Fremdmodulation.

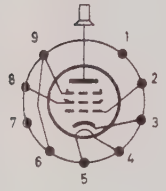
13 Netzanschlußkabel.

14 Glimmlämpchen zur Überwachung des Einschaltzustandes.

Frontplatte

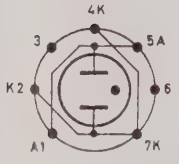
Rö1, Rö2, Rö3
E180F

Rö4
PL81

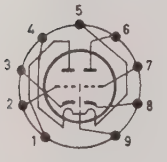


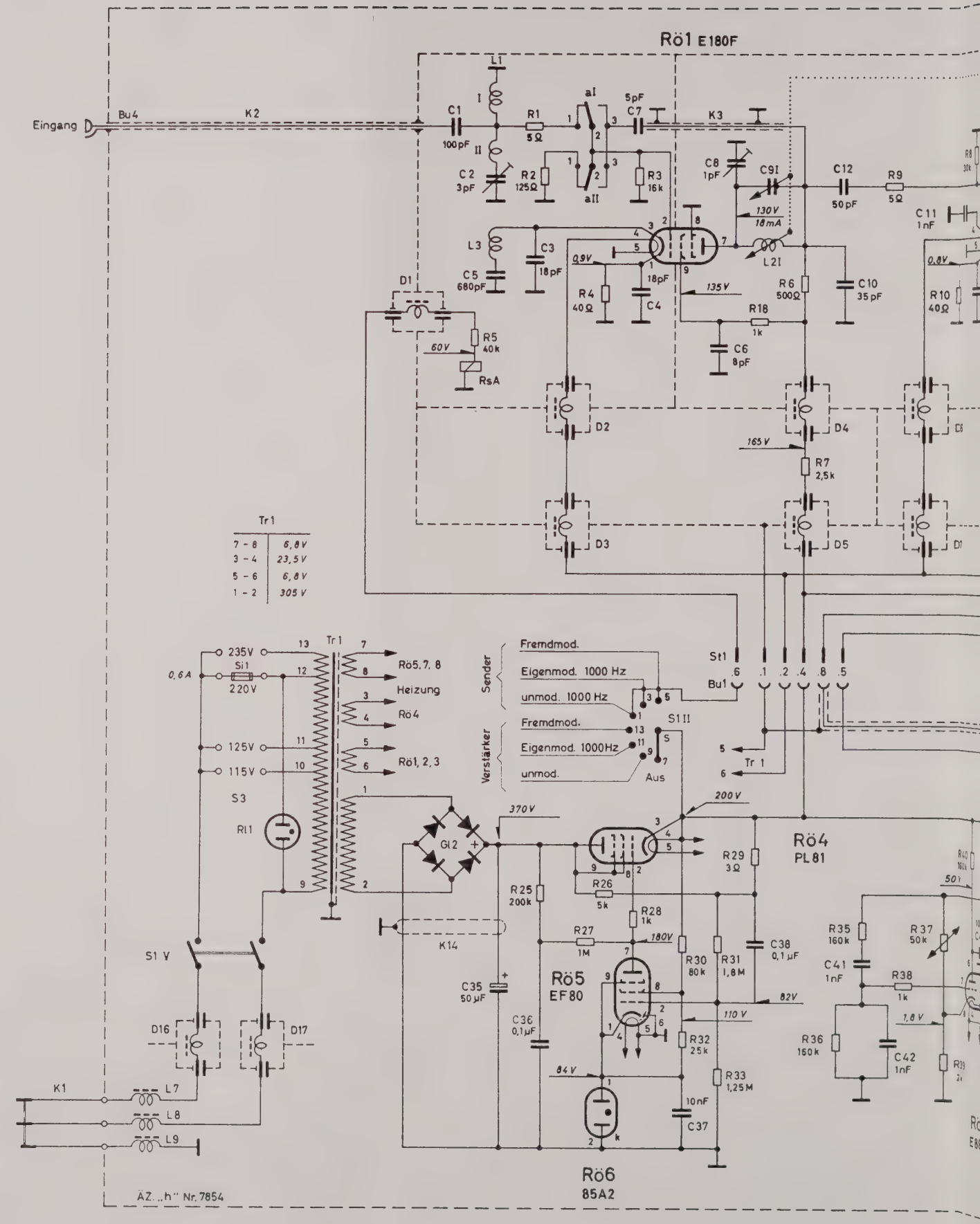
Rö5
EF80

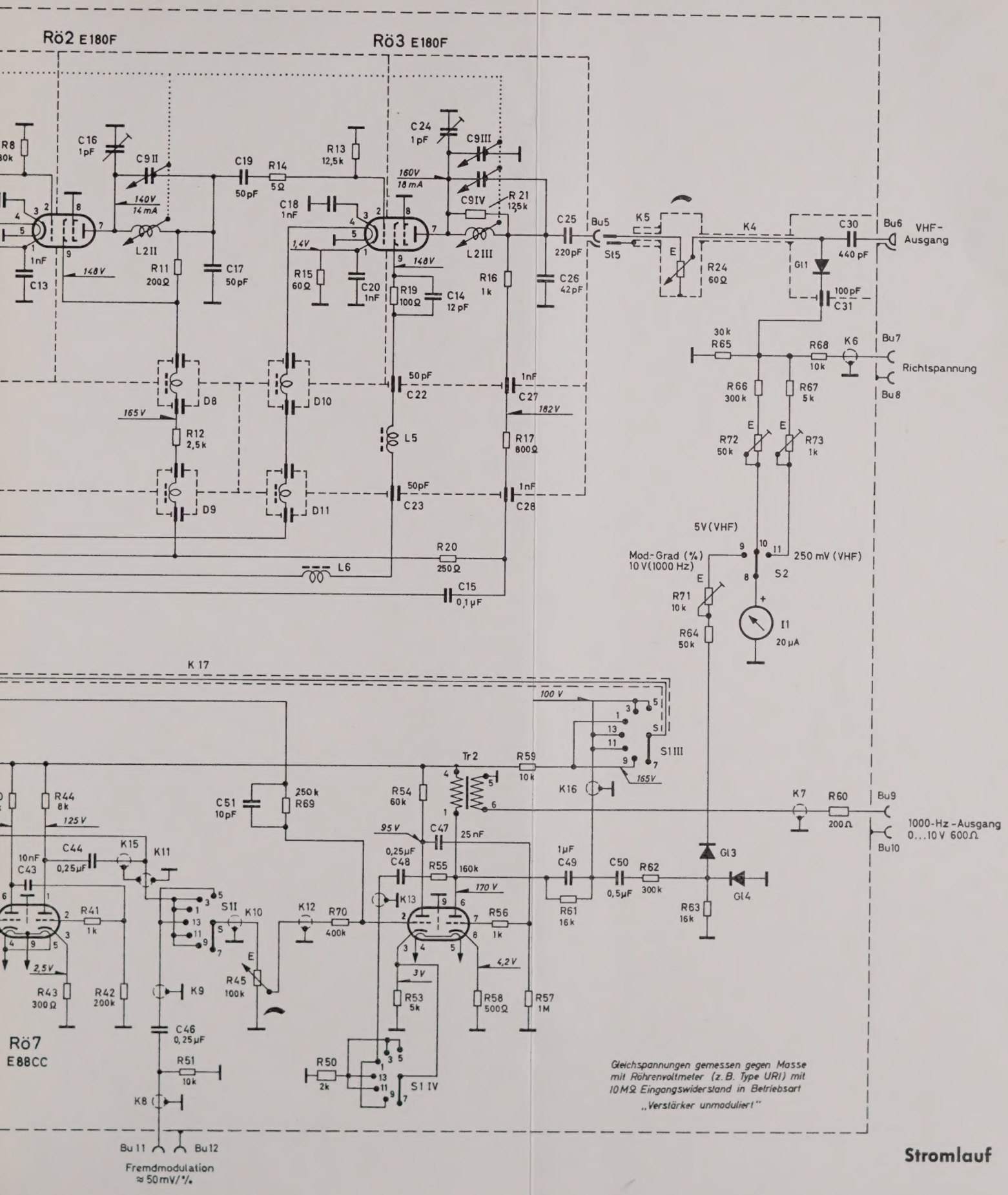
Rö6
85A2



Rö7, Rö8
E88CC






Rö2 E180F
Rö3 E180F
C16 1pF
C9II
C19 50pF
R14 5Ω
R13 12,5k
C24 1pF
C9III
C9IV
R21 12,5k
C18 1nF
C25 220pF
Bu5
St5
K5
K4
C30 440pF
Bu6
VHF-Ausgang
R24 60Ω
Gl1
100pF C31
L2II
L2III
R11 200Ω
C17 50pF
C13 1nF
R15 60Ω
C20 1nF
R19 100Ω
C14 12pF
R16 1k
C26 42pF
140V 14mA
160V 18mA
148V
1,4V
D8
D10
D9
D11
C22 50pF
C27 1nF
C23 50pF
C28 1nF
182V
165V
R12 2,5k
L5
R17 800Ω
R20 250Ω
L6
C15 0,1µF
30k R65
R68 10k
K6
Bu7
Richtspannung
Bu8
R66 300k
R67 5k
R72 50k
R73 1k
5V(VHF)
Mod-Grad (%) 10V(1000 Hz)
250 mV (VHF)
S2
R71 10k
R64 50k
I1 20µA
K17
100 V
S1
S1III
Tr2
R59 10k
K16
165V
R54 60k
C51 10pF
250k R69
C47 25nF
95V
K7
R60 200Ω
Bu9
1000-Hz-Ausgang 0...10V 600Ω
Bu10
R44 8k
125V
C44 0,25µF
K15
K11
C43 10nF
C48 0,25µF
R55 160k
170 V
1µF C49
C50 0,5µF
R62 300k
Gl3
Gl4
R63 16k
R61 16k
R41 1k
S1II
K10
K12
R70 400k
K13
R56 1k
2,5V
R45 100k
4,2V
3V
R43 300Ω
R42 200k
K9
R53 5k
R58 500Ω
R57 1M
C46 0,25µF
Rö7 E88CC
R51 10k
R50 2k
S1 IV
K8
Bu11
Bu12
Fremdmodulation ≈ 50mV/%
Gleichspannungen gemessen gegen Masse mit Röhrenvoltmeter (z.B. Type URI) mit 10MΩ Eingangswiderstand in Betriebsart „Verstärker unmoduliert"

Stromlauf

MP MASTER
MA23786